

# Capítulo I

*DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y  
DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL*



## **I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.**

### **I.1. Proyecto**

#### **I.1.1. Nombre del proyecto.**

**"Solar Fields"**

#### **I.1.2. Ubicación del proyecto**

El sitio propuesto para la ubicación del proyecto es la localidad de Puerto Libertad, en el municipio de Pitiquito, estado de Sonora, entre los municipios de Caborca y Hermosillo. A una distancia de aproximadamente 240 km de la capital de Sonora, Hermosillo, entre las latitudes 28° 53' y 29° 56' Norte, con 112° 35' y 112° 40' de longitud Oeste a una altitud entre 0 y 200 msnm, al Noroeste de la República Mexicana.

El acceso al predio, es por medio de la carretera que comunica a la ciudad de Hermosillo hacia Bahía de Kino, aproximadamente en el km 80, existe una desviación la cual comunica hacia la localidad de Puerto Libertad, de dicha desviación hacia la localidad existe una distancia de 160 km.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

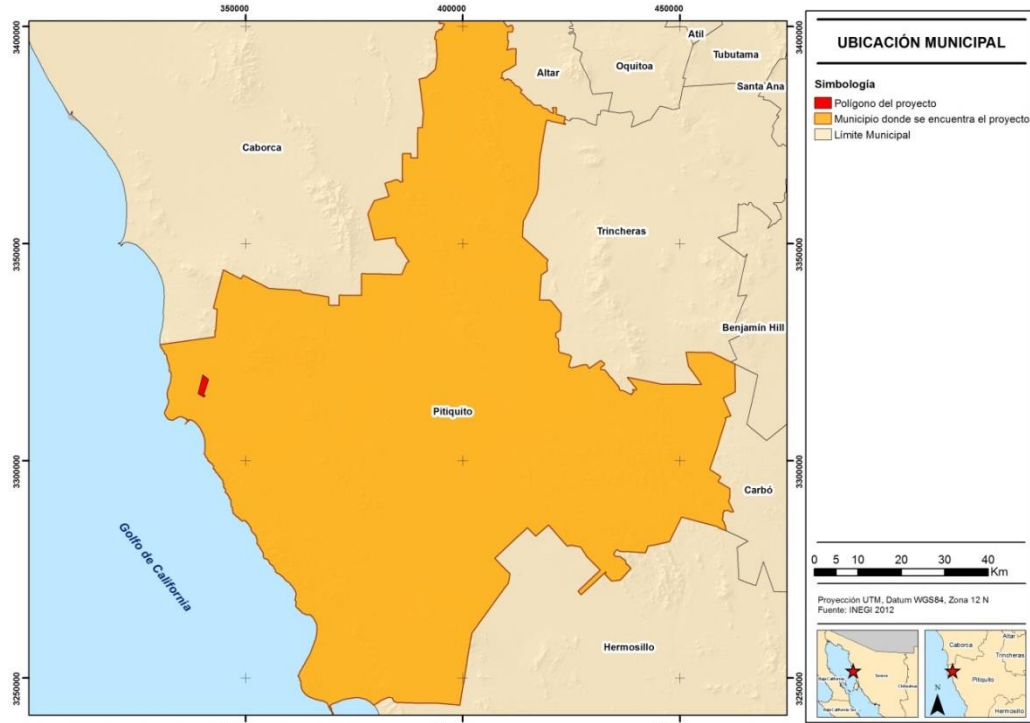


Figura I.1. Ubicación municipal del proyecto.

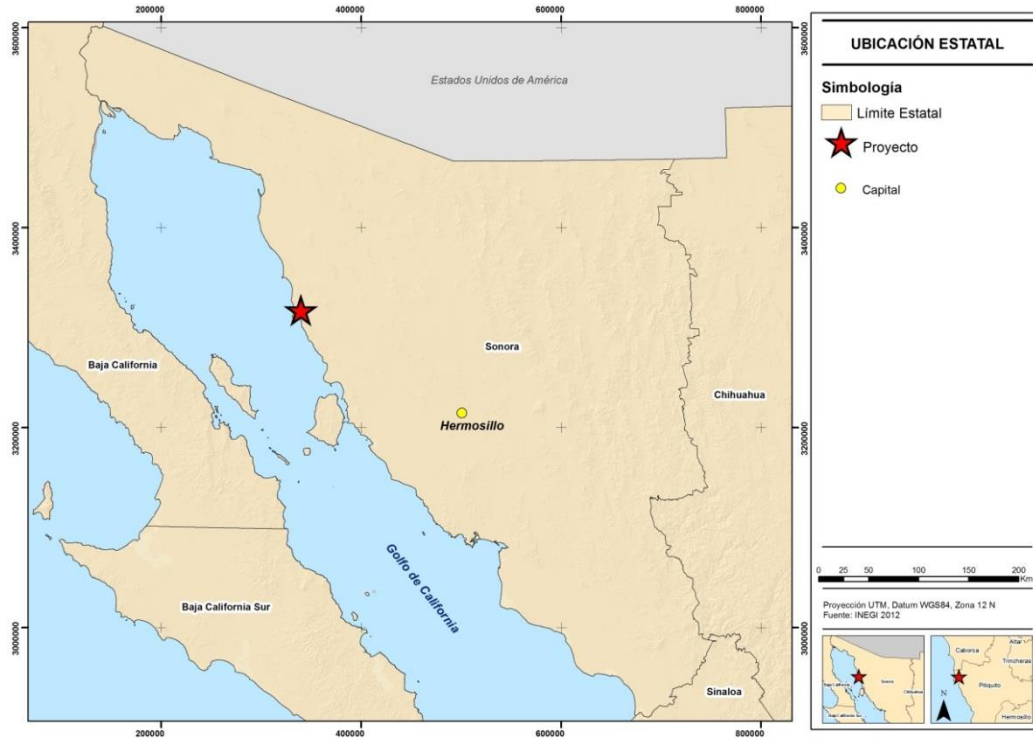


Figura I.2. Ubicación estatal del proyecto.

**Tabla I.1** Coordenadas de los vértices del predio del proyecto.

Vértice	X	Y
1	340631.5782	3315055.4215
2	340436.1670	3314643.8044
3	339011.8380	3315469.4603
4	340049.2281	3319746.0265
5	341406.8717	3318667.4632
6	340297.8700	3315288.0799

### **I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto.**

La vida útil del proyecto sería de 50 años.

### **I.1.4. Presentación de la documentación legal**

Se adjunta en los Anexos del Capítulo VIII, la documentación legal aportada por el promovente, junto con la copia certificada que acredita la legal posesión del predio (Anexo I.1).

## **I.2. Datos generales del promovente**

### **I.2.1. Nombre o razón social.**

Solar Fields México, S.A.P.I de C.V.

Anexo I.2 Acta constitutiva de la empresa

### **I.2.3. Nombre y cargo del representante legal**

Diego Arjona Arguelles

## **I.3. Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental**

### **I.3.1. Nombre o razón social**

QV Gestión Ambiental S.C.

### **I.3.3. Nombre del Responsable técnico del estudio.**

Martín José de la Cruz Quijano Poumián.

# Capítulo II

*DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE  
LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO*



## II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

### II.1 Información general del proyecto

#### II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto que se pone a consideración de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, atiende los preceptos establecidos en el artículo 28 fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y artículo 5°, inciso K) fracción IV del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

El proyecto descrito en esta Manifestación de Impacto Ambiental consiste en la construcción y operación de un Parque Solar compuesto por 680 módulos fotovoltaicos, para generar energía eléctrica a partir de la radiación solar, por lo que el proyecto se circunscribe al sector eléctrico.

Con el fin de brindar una mejor descripción de las obras y actividades que serán consideradas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se establecerá la clasificación presentada en la tabla II.1.

**Tabla II.1.** Actividades y obras para el desarrollo del proyecto.

Etapa del proyecto	Obras	Actividad
Preparación del sitio	_____	Desmante, despalde y limpieza.
Construcción	Módulos fotovoltaicos	Excavación y rellenos Nivelación y compactación Cimentación y Armado de infraestructura Transporte y almacenamiento de combustibles Desmantelamiento de infraestructura provisional
	Sistema estructural	
	Sistema de conversión (Estaciones de Media Tensión MT)	
	Caminos internos y entrada de acceso	
	2 Transformadores de potencia	
	Obras de drenaje	
	Cierre perimetral	
	Conexiones de cableado	
	Línea de transmisión	
Operación y mantenimiento	Subestación eléctrica	Mantenimiento
	Módulos fotovoltaicos	
	Subestación eléctrica	
	Línea de transmisión	Desmantelamiento de infraestructura

## II.1.2 Justificación

El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, determina como una de sus estrategias impulsar la eficiencia y las tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica, así como fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía, generando un marco jurídico que establezca las facultades del Estado para orientar sus vertientes y promoviendo inversiones que impulsen el potencial que el país tiene en la materia.

El Sol es una de las fuentes de energía más prometedoras para sustituir las energías fósiles. La energía solar es abundante, inagotable y gratuita, de este modo, la energía solar está llamada a ser una de las opciones tecnológicas que contribuirán de forma masiva a cubrir la demanda energética mundial con una elevada "rentabilidad" medioambiental.

El valor energético de la radiación solar puede ser aprovechado directamente o convertido en otras formas de energía útil mediante las tecnologías solares. La energía solar presenta un gran número de opciones tecnológicas con desarrollos que hay que potenciar.

El aprovechamiento de la energía solar, se realiza principalmente mediante la utilización de dos tipos de tecnologías:

- Fotovoltaicas, que convierten la energía solar en energía eléctrica con celdas fotoeléctrica.
- Termosolares, que usan la energía del sol para el calentamiento de fluidos, mediante colectores solares, que alcanzan temperaturas de 40 a 100 °C (planos), o "concentradores" con los que se obtienen temperaturas de hasta 500 °C.

De acuerdo a la "*Comisión Nacional para el uso eficiente de la energía*", México cuenta con condiciones naturales muy favorables para la aplicación de sistemas fotovoltaicos. En muchas partes de su extenso territorio, la radiación solar promedio es el doble de, por ejemplo, los países de Europa como Alemania, que actualmente es uno de los mayores mercados fotovoltaicos en el mundo. El inmenso potencial de México, la segunda economía más grande de Latinoamérica, ha sido escasamente explotado hasta ahora. Actualmente, el país tiene instalada, tan solo, una capacidad de aproximadamente 19.7 MWp de sistemas fotovoltaicos, comparados con una capacidad instalada de 3,800 MWp en Alemania. Debido al incremento en los precios de la energía y a la creciente conciencia pública sobre el impacto negativo de los combustibles fósiles, el Sol, como fuente potencial de energía, ha despertado cada vez mayor interés en las autoridades mexicanas. En julio de 2007 el organismo regulador del sector de gas y electricidad en México (CRE - Comisión Reguladora de Energía)



aprobó una resolución que ofrece a los inversionistas la posibilidad de instalar sistemas fotovoltaicos conectados a la red nacional en pequeña escala (hasta 10 kWp para hogares y 30 kWp para empresas). Esta interconexión, es regulada bajo el principio de Medición Neta de Energía (Net Metering) que permite compensar el costo de la electricidad utilizada con la energía aportada a la red nacional. Esta resolución genera oportunidades para un amplio uso de sistemas fotovoltaicos en México – más allá del uso de sistemas aislados y desconectados de la red eléctrica, que predominan actualmente. Como consecuencia, existe cada vez más, gente interesada en información respecto a la factibilidad financiera del uso de sistemas fotovoltaicos en conexión a la red eléctrica en México.

Es importante mencionar que en el 2010 el aprovechamiento de las energías renovables presentó un incremento de 3.1%, derivado principalmente de la adopción de metas de reducción de emisiones a nivel mundial. Los tipos de energía renovable con mayor dinamismo fueron la solar y la eólica, con 14.5 Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo), cifra 12.9 % mayor a la registrada en 2009 (*Balance Nacional de energía, 2011*).

### II.1.3 Ubicación del proyecto

El sitio propuesto para la ubicación del proyecto es la localidad de Puerto Libertad, en el municipio de Pitiquito, estado de Sonora, entre los municipios de Caborca y Hermosillo. A una distancia de aproximadamente 240 km de la capital de Sonora, Hermosillo, entre las latitudes 28° 53' y 29° 56' Norte, con 112° 35' y 112° 40' de longitud Oeste a una altitud entre 0 y 200 msnm, al Noroeste de la República Mexicana.

El acceso al predio, es por medio de la carretera que comunica a la ciudad de Hermosillo hacia Bahía de Kino, aproximadamente en el km 80, existe una desviación hacia la localidad de Puerto Libertad, de dicha desviación hacia la localidad existe una distancia de 160 km.

En las siguientes figuras, se muestra la ubicación del predio para el proyecto en el contexto estatal, municipal y respecto a la localidad más cercana que es Puerto Libertad.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

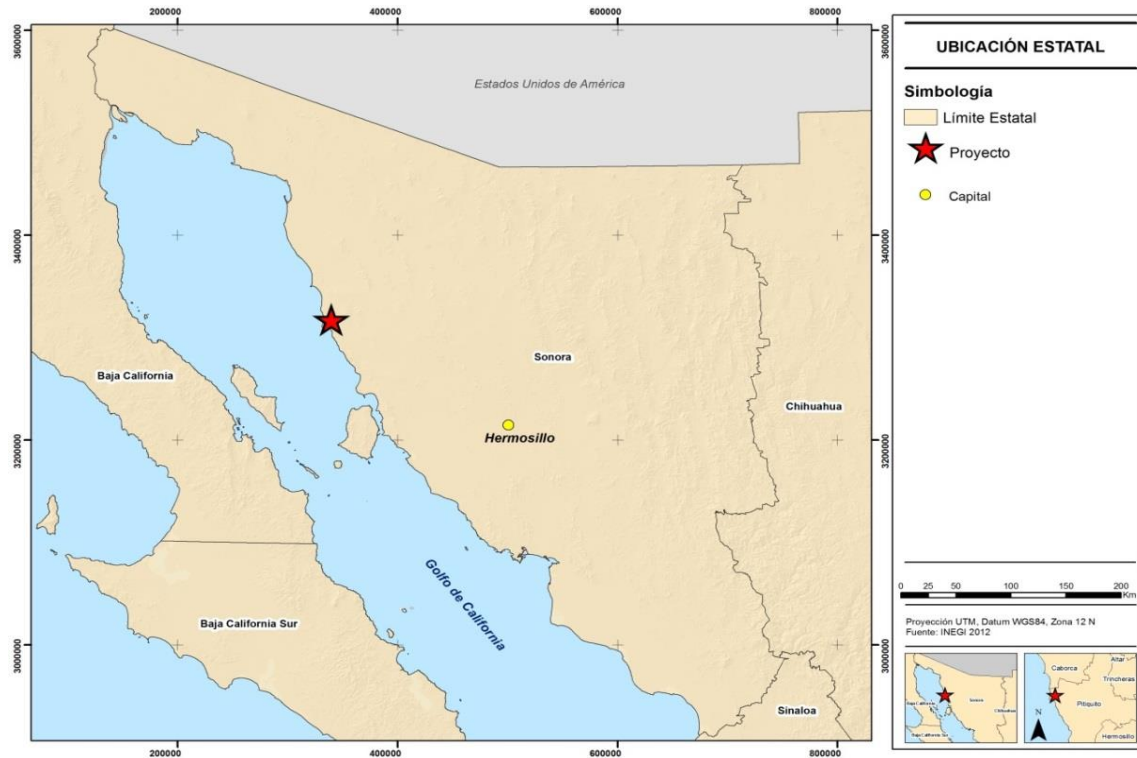


Figura II.1 Ubicación estatal del proyecto.

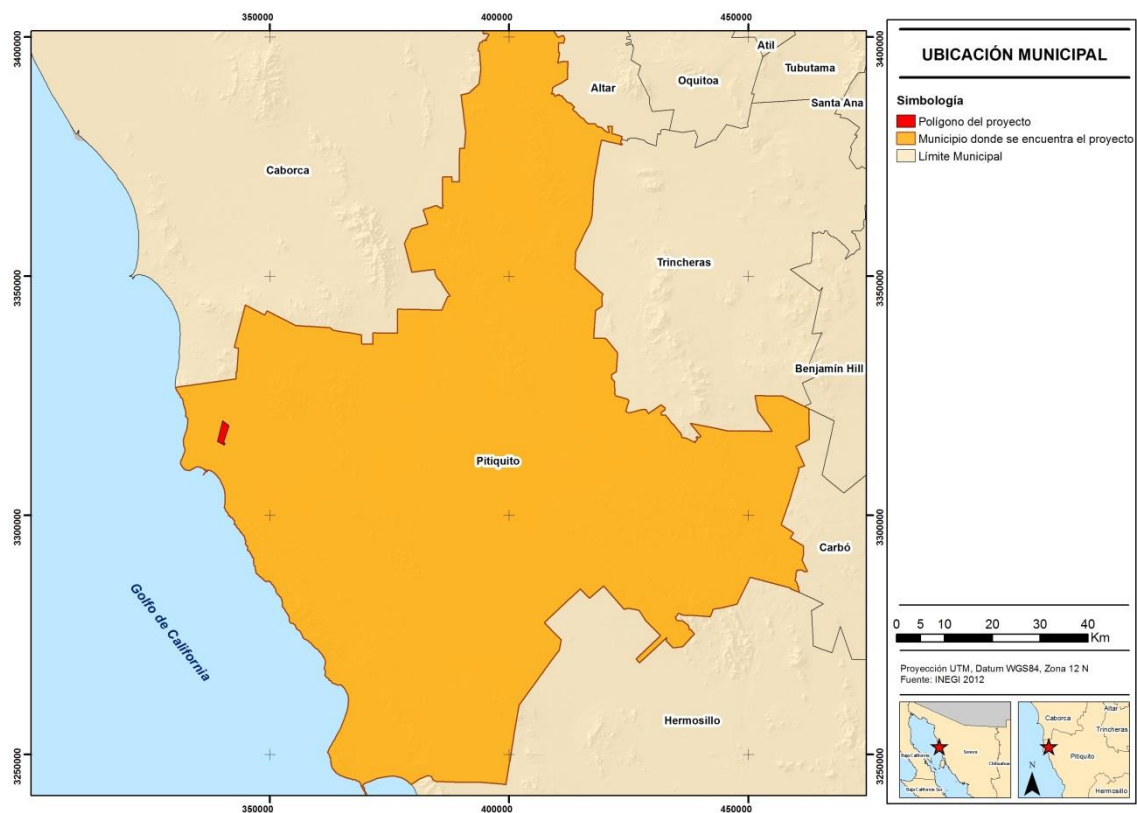


Figura II.2 Ubicación municipal del proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

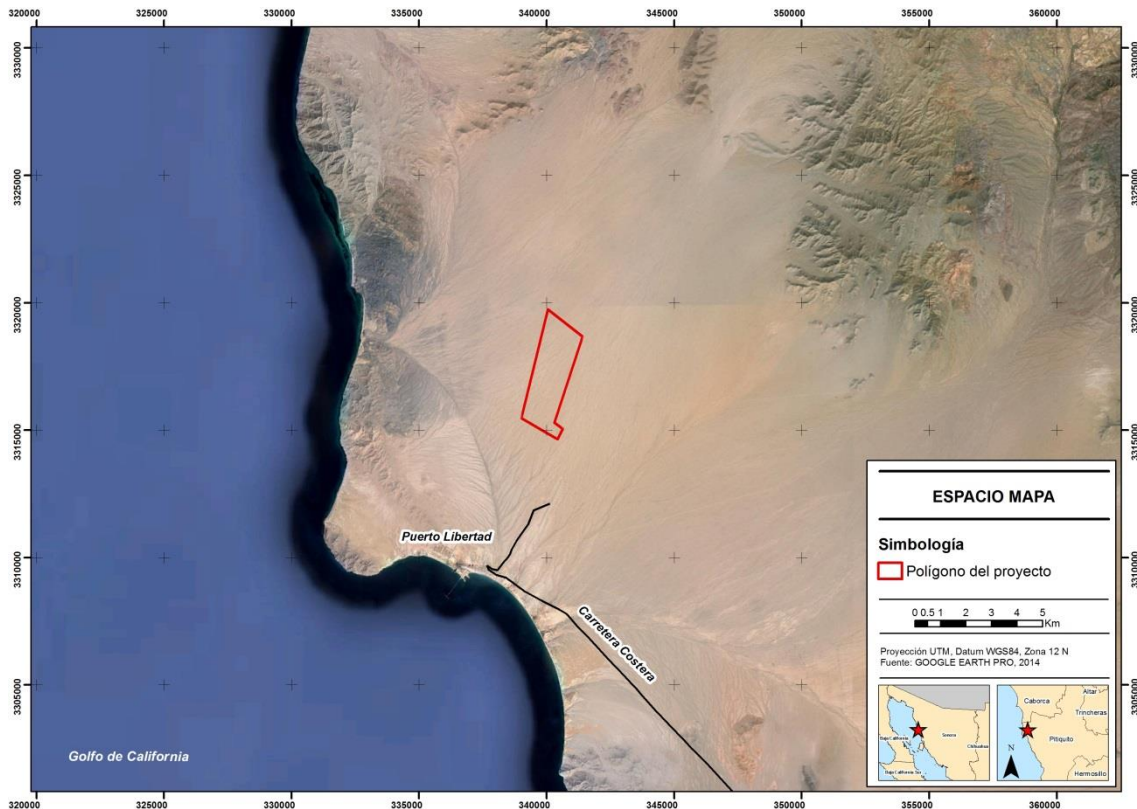


Figura II.3 Trazo del polígono del predio donde se ubicará el proyecto y la localidad de Puerto Libertad

A continuación se indican las coordenadas UTM que comprenden el polígono total del predio.

Tabla II.2 Coordenadas UTM, del polígono total del predio.

Vértice	X	Y
1	340631.5782	3315055.4215
2	340436.1670	3314643.8044
3	339011.8380	3315469.4603
4	340049.2281	3319746.0265
5	341406.8717	3318667.4632
6	340297.8700	3315288.0799

### II.1.4 Inversión requerida

La inversión estimada para la ejecución del proyecto, es de 216 millones USD (\$2,814,480,000.00 PESOS MXN Tipo de cambio de 13.03 MX/USD) para 180 MW.

## II.1.5 Dimensiones del proyecto

El predio donde se pretende desarrollar el proyecto presenta una superficie total de 622.91 ha, la cual presenta vegetación que corresponde a Matorral Desértico Micrófilo y Matorral Sarcocaula, como se indica en la tabla II.3.

**Tabla II.3.** Superficie de uso de suelo dentro del predio del proyecto.

	Uso de Suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)
1	Matorral Desértico Micrófilo	6'018,301.31	601.83
2	Matorral Sarcocaula	210,892.82	21.08
	<b>Total</b>	<b>6'229,194.13</b>	<b>622.91</b>

Ahora bien, si quitamos las zonas de protección incluido su buffer (de 6 metros) de los escurrimientos intermitentes de 1°, 2° y 4° orden dentro del predio, el área aprovechable es de 612.92 ha (ver tabla II.4).

**Tabla II.4.** Superficie de uso de suelo dentro del área aprovechable del proyecto.

clave	Descripción	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	5,918,268.67	591.83
MSC	Matorral Sarcocaula	210,889.39	21.09
	<b>total</b>	<b>6,129,158.06</b>	<b>612.92</b>

Finalmente se establece que el área de afectación solicitada considerando el desplante de las celdas solares sería de **406.55 ha, destacando que dicha área también se establece como Cambio de Uso de Suelo** (ver tabla II.5 y figura II.4).

**Tabla II.5.** Superficie de afectación del proyecto.

Clave	Descripción	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)	Porcentaje al área aprovechable
MDM	Matorral Desértico Micrófilo	3,934,313.65	393.43	64.19%
MSC	Matorral Sarcocaula	131,154.84	13.12	2.14%
	<b>Total</b>	<b>4,065,468.49</b>	<b>406.55</b>	<b>66.33%</b>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

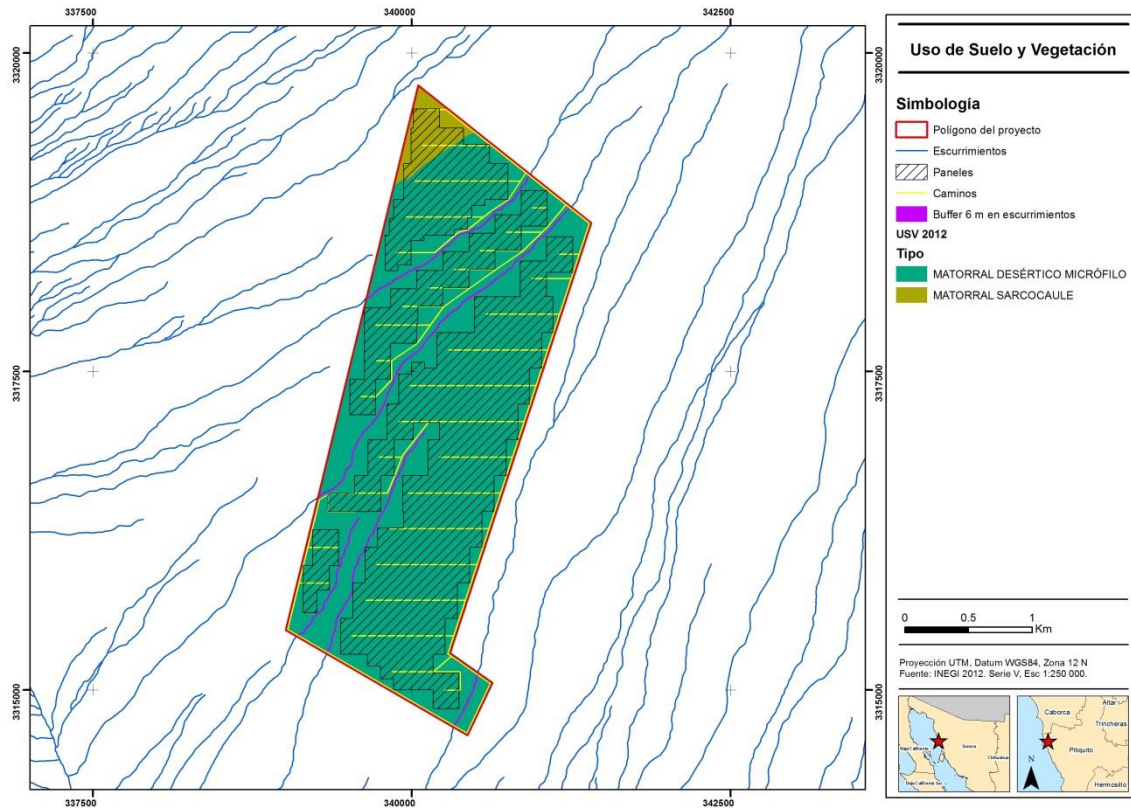


Figura II.4. Trazado del proyecto.

En la siguiente tabla se muestran los componentes del proyecto.

Tabla II.6. Componentes del proyecto.

Componentes
Módulos fotovoltaicos
Sistema estructural
Sistema de conversión (Estaciones de Media Tensión MT)
Caminos internos y entrada de acceso
2 Transformadores de potencia
Obras de drenaje
Cierre perimetral
Conexiones de cableado
Línea de transmisión
Subestación eléctrica

## II.1.6. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.

### Usos de suelo y vegetación presentes en el proyecto

De acuerdo a la carta de "Uso de Suelo y Vegetación de INEGI, 2012. Serie V, Esc 1:250,000"; la vegetación presente en el área del proyecto corresponde a Matorral desértico micrófilo y Matorral sarcocaulé (véase la figura II.5).

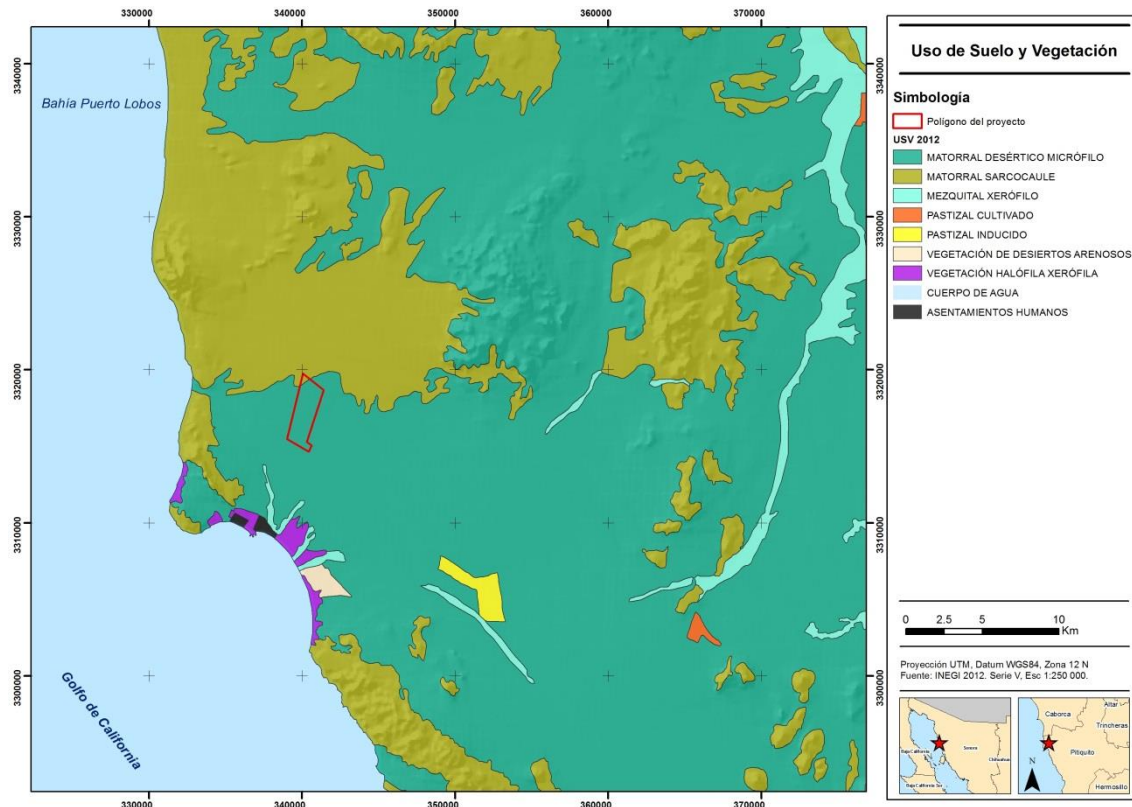


Figura II.5. Usos de suelo y tipos de vegetación en el predio donde se ubicará el proyecto.

### Cuerpos de agua

En relación con el polígono total del proyecto, no existen cuerpos de agua que atraviesan por el área del proyecto.

El cuerpo de agua superficial más grande cercano al predio total del Proyecto es el Río San Ignacio que se localiza aproximadamente 46 Km de distancia del polígono del proyecto y de la desembocadura del río al polígono del proyecto son 52 Km.

## Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para el proyecto “Solar Fields”

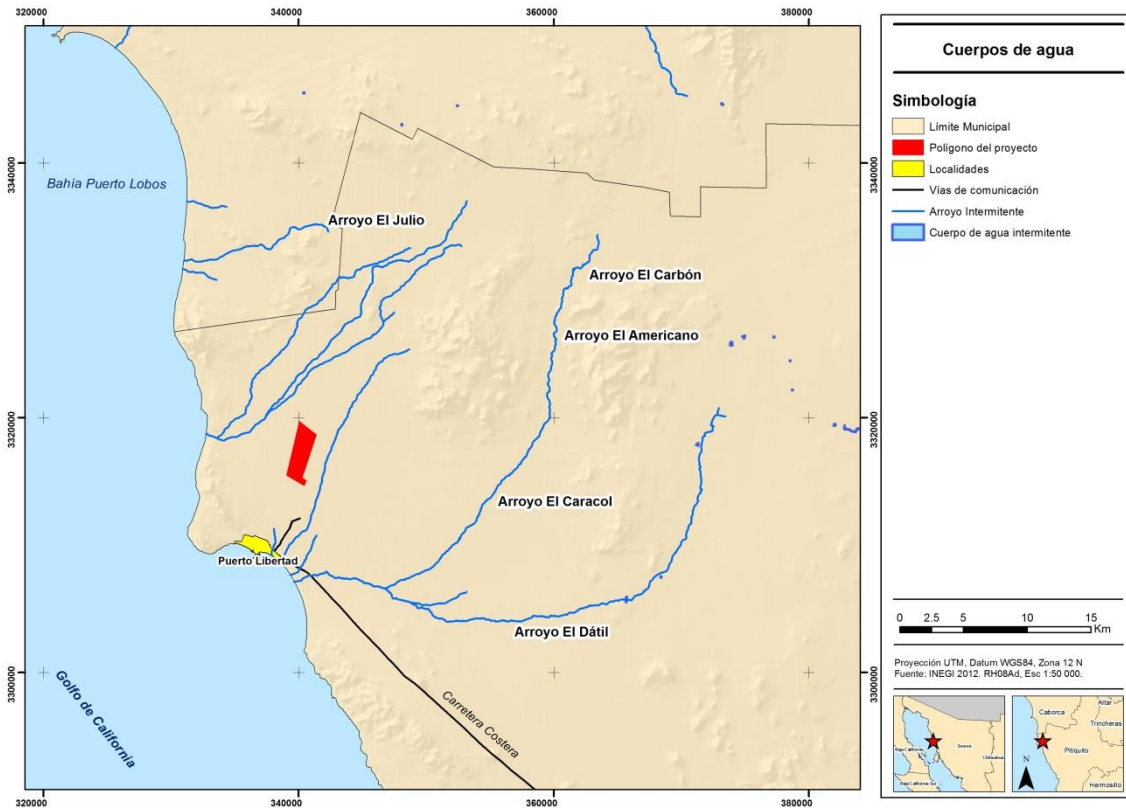


Figura II. 6. Cuerpos de agua.

### II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.

A continuación se describen los servicios con los que cuenta el municipio de Pitiquito como zona urbana más cercana del proyecto, los datos corresponden al “Anuario Estadístico de Sonora INEGI 2012”.

#### ❖ Salud

El municipio de Pitiquito cuenta con 14 instituciones del sector público de salud, que corresponden a 9 del IMSS (Instituto Mexicano del Seguro Social) y 5 del SSP (Secretaría de Salud Pública).

#### ❖ Educación

El municipio de Pitiquito cuenta con 16 planteles educativos.

#### ❖ Agua potable

El municipio de Pitiquito cuenta con 1900 tomas domiciliarias con red de distribución de agua entubada que corresponden a 1854 domésticas, 43 comerciales y 3 industriales.

❖ **Energía eléctrica**

El municipio de Pitiquito cuenta con 3,201 usuarios de energía eléctrica que corresponden a 2,794 doméstico, 10 alumbrado público, 8 bombeo de aguas potables y negras, 106 agrícola, 283 industrial y de servicios.

❖ **Vías de acceso**

La zona del proyecto esta comunicada por la carretera estatal No. 29, que conduce de Hermosillo a Puerto Libertad, además de un camino de terracería, que comunica a la ciudad de Caborca.

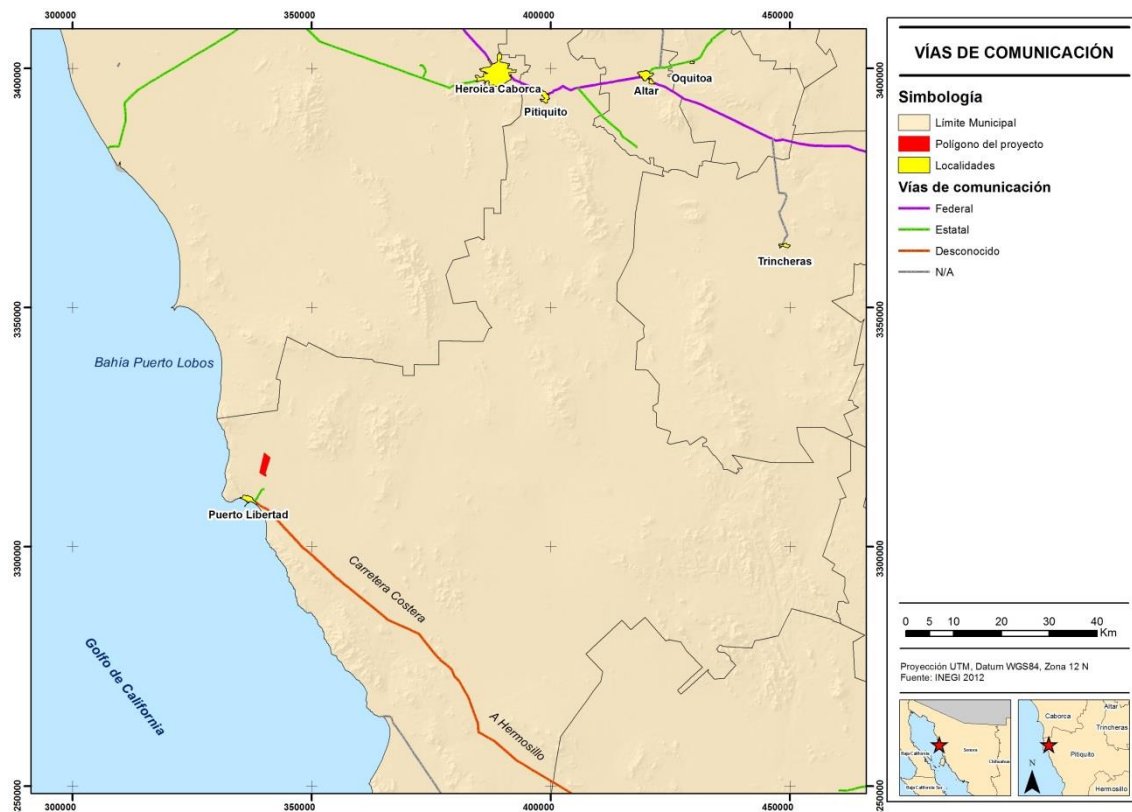


Figura II. 7. Vías generales de comunicación.



## Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional para el proyecto "Solar Fields"

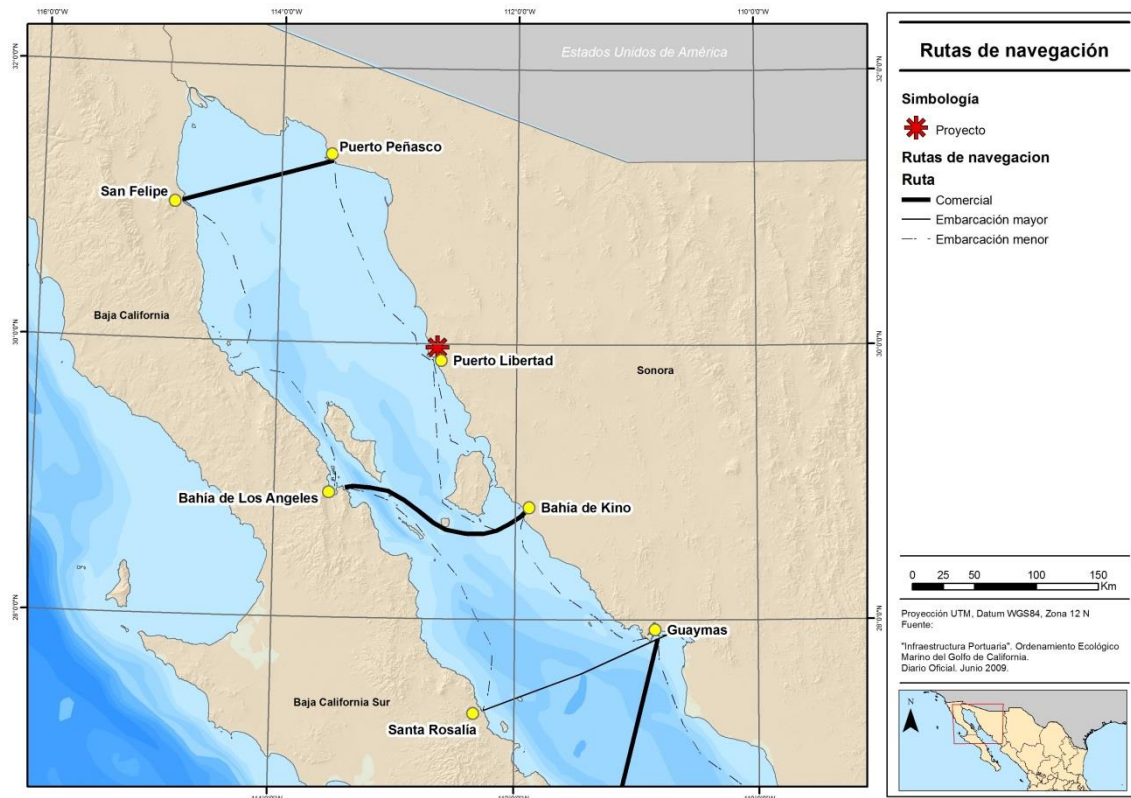


Figura II. 8. Rutas de navegación.

## II.2. Características particulares del proyecto

### II.2.1 Componentes del Proyecto

La elección de la tecnología a emplear se ha realizado con el objetivo de optimizar la producción energética tras un cuidadoso estudio de las particularidades de la zona. Las conclusiones de este estudio interno se pueden resumir en los siguientes criterios:

- Generar energía fotovoltaica al menor precio posible en un escenario de operación a largo plazo, asegurando la competitividad del proyecto a lo largo de su vida útil, en un mercado que reduce costos día tras día.
- Evitar cualquier tipo de riesgos tecnológicos mediante la selección de conceptos, productos y tecnologías ampliamente probadas, utilizando en la medida de lo posible, soluciones tecnológicas estándar.
- Evitar cualquier tipo de riesgo comercial seleccionando soluciones tecnológicas comercializadas por un gran número de proveedores a nivel mundial, eliminando así la dependencia de una sola empresa o un pequeño grupo de ellas.
- En la medida de lo posible, confiar en las capacidades industriales mexicanas para cumplir con los criterios mencionados anteriormente.

- Para realizar la presente descripción se han utilizado equipos estándar. Es posible que los equipos seleccionados finalmente presenten ligeras variaciones respecto a los descritos en el presente documento, así como el arreglo de la propia planta.

Una de las ventajas clave de las plantas fotovoltaicas es su estructura modular. Esta característica se ha aprovechado diseñando específicamente un módulo optimizado de 2 MW. Cada unidad de 2 MW tiene tres componentes principales que forman el corazón tecnológico de la planta:

- Generador fotovoltaico: módulos fotovoltaicos.
- Sistema estructural: estructura de seguimiento horizontal.
- Sistema de conversión: estaciones de MT con inversores y centro de transformación.

**Tabla II.7.** Características principales del Parque Solar.

Características	
Tipo de estructura	Seguidor Horizontal
Potencia Nominal (kW)	137.000
Potencia Pico (kWp)	167.688
Tipo de módulo	Silicio cristalino
Potencia módulo (Wp)	300
Nº de módulos	680
Ángulo de giro del seguidor	± 55º
Potencia de inversores	1 MW
Bloques de 2 MW	65
Bloques de 1 MW	7
1/GCR	3,04
Superficie ocupada (Has)	622,9

El Parque además estará formado por otros sistemas, que se describen a continuación:

❖ **Sistema de interconexión MT, que conecta los diferentes centros de transformación con el punto de conexión**

El sistema general de monitorización, que interconectará los inversores con la estación meteorológica y la caseta de control. Además de estos componentes principales, una serie de componentes estándar completan el parque (cimentaciones, cableado).

Todo el recinto del parque estará vallado y se construirán caminos interiores que permitan el acceso de tráfico rodado hasta los centros de transformación e inversores (estaciones de MT).

**Tabla II.8.** Características de componentes del sistema fotovoltaico.

Descripción	Parámetro
Bloques de 2 MW	65
Bloques de 1 MW	7
Módulos (nº)	680
Potencia Total (MW)	137
Potencia Total (MWp)	167,688
Inversores	137
Centros transformación	72
Seguidores horizontales	822

El generador fotovoltaico consta de 680 de módulos fotovoltaicos de silicio cristalino, interconectados entre sí en grupos denominados “series” o “strings”.

Para este proyecto se han seleccionado módulos fotovoltaicos basados en la tecnología de silicio cristalino, ampliamente probada en el mundo entero y particularmente por las plantas que actualmente operan con resultados favorables, lo cual elimina los riesgos tecnológicos inherentes al tipo de tecnología escogida.

En los últimos años, esta tecnología ha experimentado una rápida disminución en sus costos de fabricación, haciendo que la energía fotovoltaica sea en el momento actual, más competitivo en costos, con otras tecnologías renovables (eólica) e incluso convencionales.

Además de buscar un producto fiable y competitivo, se ha procurado minimizar al mismo tiempo los riesgos comerciales del proyecto, por tanto se ha escogido un producto fabricado y comercializado por los mayores y más reconocidos fabricantes de módulos fotovoltaicos a nivel mundial, ya que en caso de elegir otras tecnologías más experimentales y menos generalizadas (por ejemplo de capa fina), se tienen riesgos tanto tecnológicos como comerciales por dependencia de un único proveedor.



**Figura II. 9.** Ejemplo de modulo fotovoltaico de silicio a utilizar en el proyecto.

De la gran variedad de módulos fotovoltaicos de silicio cristalino que ofrece el mercado, se han escogido módulos con dimensiones aproximadas de 1956 x 992 x 40 mm, con una eficiencia mínima del 15.46% y formados por 72 células de silicio, capaces de entregar una potencia pico de 300 W en condiciones estándar, ya que este producto es el que actualmente ofrece una mejor relación entre productividad, fiabilidad y costo.

Las principales características de este módulo se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla II.9.** Características del módulo fotovoltaico.

Características	
Tecnología de Célula	Silicio cristalino
Potencia (Wp)	300
Eficiencia de célula (%)	15.46
Dimensiones (mm)	1.956 x 992 x 40
Superficie (m <sup>2</sup> )	1.940
Peso (kg)	26.5
Voltaje at Pmax (V)	36.6
Corriente at Pmax (A)	8.20
Voltaje a Circuito Abierto (V)	45.3
Corriente de Cortocircuito (A)	8.84
Voltaje Máximo del Sistema (Vdc)	1000
Coefficiente Temp. de Pmax (%/°C)	-0.43
Coefficiente Temp. de Voc (%/°C)	-0.32
Coefficiente Temp. de Isc (%/°C)	0.06

### ❖ **Diseño del Generador**

La distribución de los componentes del proyecto, estará restringida dentro del terreno disponible. El generador fotovoltaico, así como las áreas de trabajo y de descarga de materiales, se han diseñado para estar dentro de los límites del área.

El proyecto ha sido dimensionado para una capacidad de 167,688 MWp (Mega vatios de potencia). La relación de potencia pico/nominal se ha determinado con el fin de optimizar el rendimiento a largo plazo del parque, teniendo en cuenta las características climáticas del lugar y la degradación anual de los módulos fotovoltaicos.

Un bloque de potencia unitario optimizado de 1 y 2 MW se ha utilizado como la unidad de diseño básico para el parque. En la unidad 2 MW propuesta, los módulos fotovoltaicos están instalados sobre seguidores horizontales (estructuras de seguimiento solar a un eje), cada uno soportando 680 módulos, dispuestos en 17 brazos de 40 módulos cada uno. Los brazos del seguidor están perfectamente espaciados para evitar sombras sobre los módulos fotovoltaicos y entre seguidores hay espacio suficiente para el tránsito de los vehículos de mantenimiento. El centro de inversores y de transformación se coloca (cuando sea posible) en el medio del subcampo fotovoltaico constituido por 12 seguidores horizontales. Un camino permite el acceso a dichos centros.

Los módulos fotovoltaicos se conectan en series de 40 módulos cada una, para obtener la tensión adecuada para que coincida con los niveles de voltaje de entrada del inversor. La potencia pico total de cada unidad será 2.448 kWp. Estas cifras pueden ser ajustadas en base a la potencia nominal del inversor seleccionado, sin embargo, el concepto de diseño se mantienen iguales.

### ❖ **Strings**

Las strings generan corriente continua (DC) de manera proporcional a la radiación solar incidente, a una tensión DC que es fijada por el inversor. Esta energía DC generada en baja tensión (BT), es conducida al inversor, quien la convierte en corriente alterna (AC) en baja tensión. Mediante un transformador de potencia, adyacente al inversor, se eleva la tensión hasta la tensión de salida necesaria (23 kV).

Cada grupo de 34 strings, estará conectado en una caja de conexión, en donde cada string contará con elementos de protección y monitorización. La salida de estas cajas de conexión se conectará a la entrada de los inversores.

El sistema de DC está diseñado para asegurar que la caída de tensión máxima en  $I_{mpp}$  del string de módulos más lejano hasta la entrada al centro de inversores sea inferior al 2% de la  $V_{mpp}$ .

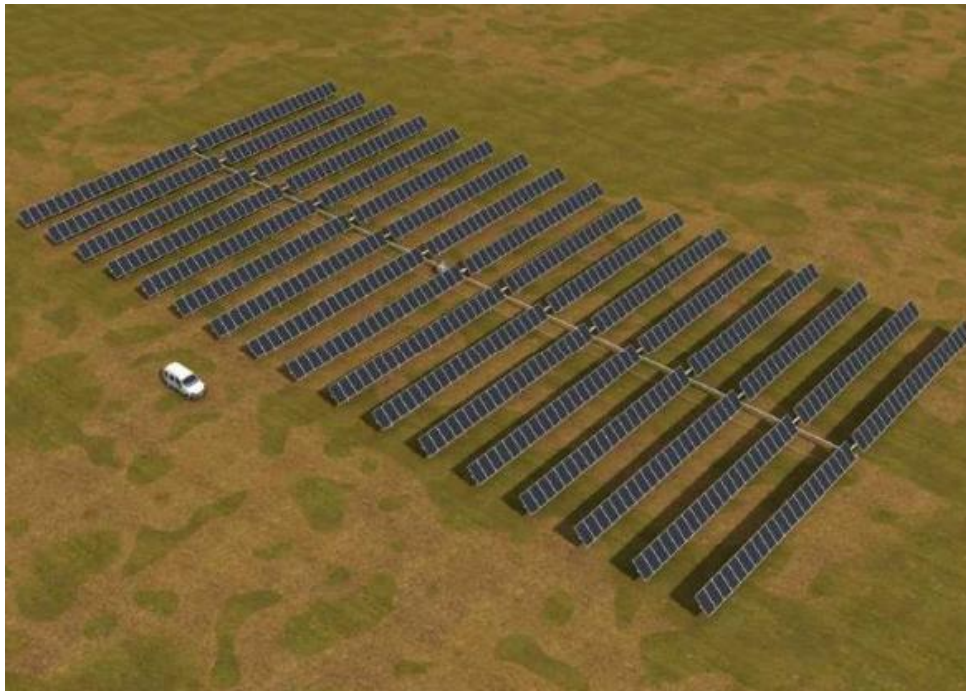
Las características principales del bloque de potencia de 1 y 2 MW se pueden observar en la siguiente tabla:

**Tabla II.10.** Características del Generador fotovoltaico (FV) Unit 1 y 2 MW.

Descripción	Parámetro
Nº total de seguidores horizontales	12
Potencia total del generador FV (Wp)	2.448.000
Pp/Pn ratio	1,224
Nº total de series	408
Nº total de cajas de conexión	12
Módulos por serie	20
Potencia de cada serie (kW)	6
Voltaje de la serie a Pmax (V)	732
Corriente de la serie a Pmax (A)	8,20
Tensión de circuito abierto de la serie en STC (V)	906
Corriente de cortocircuito de la serie en STC (A)	8,84
Tensión máxima del sistema (Vdc)	1000

#### ❖ Sistema estructural

El diseño del parque fotovoltaico se ha planteado con seguimiento horizontal para la estructura soporte de los módulos fotovoltaicos. En la siguiente figura se muestra un ejemplo del sistema estructural que se utilizará en el proyecto.



**Figura II. 10.** Sistema estructural.

Este sistema, realiza el movimiento de los módulos fotovoltaicos sobre un eje horizontal orientado de Norte a Sur, mediante un seguimiento automático de la posición del sol a lo largo del día controlado por un algoritmo, asegurando así la máxima producción de los paneles en cada momento.

Se ha elegido este tipo de seguidor porque de entre las soluciones probadas, éste es el sistema de seguimiento que ofrece la mejor relación entre energía generada y costos de instalación. Este seguidor además añade otras ventajas significativas al proyecto, como son:

- Es el tipo de seguidor más sencillo y con un único motor capaz de mover más de 1.000 m<sup>2</sup> de módulos fotovoltaicos.
- Cuenta con muy pocas partes móviles, y todas sus piezas son accesibles sin necesidad de medios o vehículos especiales.
- Permite la instalación de más potencia por metro cuadrado de terreno que cualquier otro sistema de seguimiento.
- Con este seguidor se obtiene una significativa ganancia de producción en comparación con los generadores fotovoltaicos instalados sobre estructuras fijas (del orden de un 20%).
- El seguimiento horizontal asegura una alta generación de energía no solo al mediodía, sino durante todas las horas del día.
- El sistema de seguimiento horizontal tiene un impacto visual mínimo, ya que su altura máxima es menor de 2,2 m.
- Su baja altura hace que todos los componentes del sistema sean fácilmente accesibles facilitando las tareas de montaje y de mantenimiento.

El seguidor horizontal es fácilmente combinable con tubos y bandejas de conducción de cables eléctricos, reduciendo de esa manera la necesidad de canalizaciones eléctricas enterradas y en consecuencia minimizando el impacto sobre el terreno.

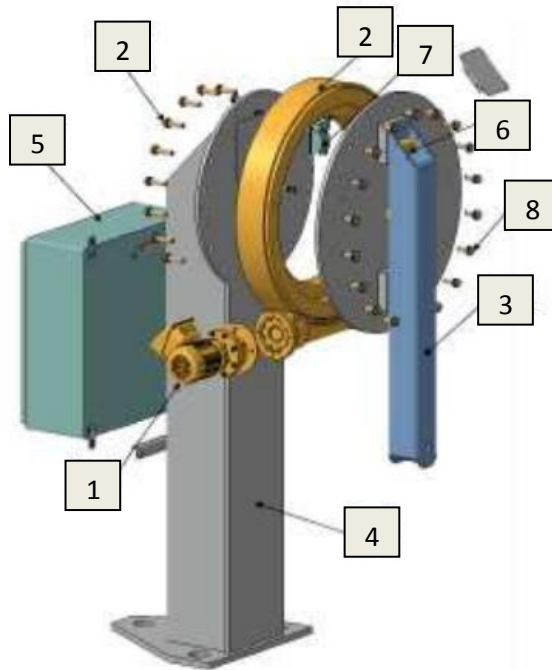
#### **Accionamiento y arquitectura de control del seguidor**

El seguidor está equipado con un sistema de accionamiento electromecánico de primera clase, de muy bajo consumo.



**Figura II. 11.** Accionamiento electromecánico del seguidor.

El sistema es accionado por un simple motor trifásico de 250 W capaz de mover todo el seguidor. Alimentado a 400 V y 50 Hz, el motor tiene un grado de protección IP55 y un aislamiento clase F.



**Figura II. 12.** Accionamiento electromecánico del seguidor.



**Tabla II.11.** Principales componentes del actuador.

Elemento	Descripción
1	Motor eléctrico 250 W 50Hz 400VAC
2	Engranaje reductor principal
3	Brazo actuador
4	Soporte principal
5	Armario eléctrico
6	Inclinómetro IP-68/IP69K con resolución 0.1°
7	Final de carrera operado por roldana
8	Tornillería alta resistencia

Los tubos de torsión giran sobre juntas de polietileno de alta densidad, libres de mantenimiento. Estas juntas o rodamientos están diseñados para funcionar a la intemperie, sin absorber humedad o polvo, son resistentes al desgaste tienen un coeficiente de fricción muy bajo. Los elementos del sistema de accionamiento están lubricados con grasas sintéticas de alta calidad, que junto con el diseño del conjunto y la sencillez de operación, reducen el mantenimiento al mínimo.

El movimiento está controlado por un autómatas PLC que constantemente consulta el estado de los sensores distribuidos por el seguidor, realiza los cálculos necesarios y envía las correspondientes órdenes al motor según los parámetros de funcionamiento deseados que se hayan introducido en el algoritmo de control. En cualquier momento puede accederse a dicha parametrización, así como realizar cualquier operación en el seguidor, a través de una pantalla LCD retroiluminada.

El lazo realimentado de control de posición del seguidor se cierra mediante un inclinómetro que constantemente realiza medidas absolutas de la posición del seguidor.

El autómatas y todos los elementos eléctricos de control están encapsulados en un armario eléctrico que les proporciona un grado de protección IP55. La siguiente tabla resume las principales características del sistema de accionamiento.

**Tabla II.12.** Principales características del sistema de accionamiento.

<b>Sistema de control del seguimiento</b>	
Sistema de control de seguimiento	Algoritmo de control basado en coordenadas astronómicas gobernado por un PLC
Adquisición de datos de movimiento	Inclinómetro. IP68 / IP69k
Armario eléctrico	Protección IP55. Incluye PLC, todo el cableado y protecciones
<b>Parámetros de seguimiento</b>	
Ángulo de los módulos en el Zenit solar	0°
Rango de giro	Eje horizontal 110° (-55° / +55°)

Backtracking	Sí
<b>Transmisión del accionamiento</b>	
Transmisión del accionamiento	Electromecánica
<b>Especificaciones eléctricas</b>	
Alimentación del motor	Trifásica, 400 VAC, 50 Hz
Consumo del motor	250 W

### **Descripción general del modo de operación**

El funcionamiento del seguidor se realiza por medio de un autómatas que calcula la posición del Sol según un algoritmo de efemérides solares. Durante la operación normal, se calcula el ángulo de inclinación necesario para optimizar la radiación captada por los módulos fotovoltaicos. El cálculo es puramente astronómico, por lo que no se requiere ningún tipo de sensor solar.

Con objeto de maximizar la captura de energía solar, el software del seguidor es capaz de realizar funciones de retroceso. Cuando el ángulo del Sol sobre el horizonte es muy bajo, al amanecer y al atardecer, aparecen sombras entre brazos contiguos del seguidor. Cuando esto ocurre, el autómatas ordena al seguidor girar en dirección contraria a la trayectoria del sol, hasta que se alcanza una posición sin sombreado. Al final del día el seguidor siempre adopta una posición neutral de 0°.

De esta manera se obtiene una distribución uniforme de la radiación solar en todos los módulos, permitiéndoles una mayor producción de electricidad. Esta característica tiene además otros beneficios, ya que protege las células de los módulos fotovoltaicos reduciendo la posibilidad de aparición de puntos y células calientes, que de otro modo aumentaría con la presencia periódica de sombras.

Durante la noche el seguidor permanece en una posición de espera ligeramente inclinada con respecto a la horizontal, para permitir que el viento y la lluvia limpien la superficie de los módulos fotovoltaicos.

Aunque la estructura ha sido diseñada para soportar vientos de hasta 120 km/h en cualquier posición, se ha previsto un sistema de seguridad adicional, para anticiparse a la aparición de vientos huracanados con una velocidad mayor a la señalada que puedan dañar al seguidor. Este sistema consta de una serie de anemómetros distribuidos por el proyecto, que cuando detectan rachas constantes de viento por encima de 80 km/h, el autómatas ordena al seguidor colocarse en posición horizontal para ofrecer la mínima resistencia al viento.

### **❖ Estaciones de Media Tensión (MT)**

Las estaciones MT contienen todos los equipos y sistemas necesarios para transformar la energía DC en baja tensión proveniente del generador fotovoltaico en energía AC en

media tensión, lista para ser enviada a la subestación del parque. Se trata de equipos prefabricados completamente premontados en fábrica, que una vez en campo solo necesitan ser conectados, tanto a la red DC-BT, la red auxiliar AC-BT, la red AC-MT y la red de monitorización.



**Figura II. 13.** Estación de media tensión.

La estación MT de 2,0 MW contiene los siguientes elementos principales:

- Dos inversores de alto rendimiento de 1.000 KVA, con grado de protección outdoor IP 54.
- Un transformador outdoor BT/MT de 2.200kVA, 0,375/23 kV.
- Un transformador de servicios auxiliares de 25 kVA, para dar servicio a todas las cargas auxiliares de la unidad de 2,0 MW (consumos de inversor, iluminación, cuadros de monitorización y aire acondicionado).
- Celdas MT con una configuración 2L+1P, 23 kV.
- Cuadro general BT.
- Cuadro de auxiliares básico.
- Armario de monitorización.

Además, el proyecto contará con un cuarto de control con las siguientes funcionalidades:

- Control de reactiva (Consigna de reactiva, Consigna de factor de potencia, Control de tensión).
- Funciones de limitación (Producción absoluta, Variación de la producción, Gradiente de potencia).
- Comunicación de señales desde el parque al operador del sistema.

❖ **Cuadro BT**

El interior de los cuadros de baja tensión contendrá los elementos de protección. Las conexiones del cableado se efectuarán con terminal de cobre estañado y tornillería de acero zincado.

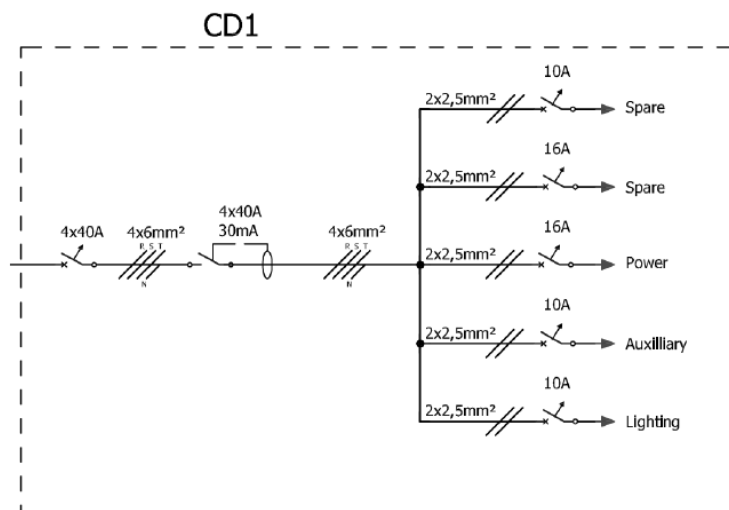
El cuadro lo formarán elementos de protección mediante seccionador trifásico con seccionamiento manual de corte en carga de 1,600 A, cada uno con 3 conjuntos de base portafusible y fusible de 1600 A y 300 V.

Aislamiento a tierra de 1000 V Conexiones etiquetadas y pre-aisladas. Esquema unifilar correspondiente, plastificado y adherido en la puerta del cuadro. Envoltente metálica autoportante a suelo y con enganches murales.

❖ **Cuadro de S.S.A.A.**

**Tabla II.13.** Características de cuadro S.S.A.A.

Características	
El cuadro lo formarán	Elementos de protección
Tensión de línea	400 V
Tensión de fase	230 V
Frecuencia	50 Hz



**Figura II. 14.** Esquema unifilar.

❖ **Transformador BT/MT**

Las características generales del transformador seleccionado en el diseño actual del proyecto se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla II.14.** Características de transformador BT/MT.

Características	
Tipo de transformador	Aceite, outdoor
Potencia nominal AC de salida	2.200 KVA
Lado BT (V)	375/375
Lado MV (kV)	23
Frecuencia de red	50 Hz
Dimensiones (HxWxL)	2.000 x 2.650 x 2.400 mm
Peso (kg)	5.950

#### ❖ Celdas de media tensión

**Tabla II.15.** Características generales de las celdas de MT.

Características	
Tipo	CGM3 sistema modular y compacto (RMU) con aislamiento en gas
Tipología	2L + P
Aislamiento	Gas SF6
Tensión asignada	36 kV
Número de fases	3
Frecuencia asignada	50 Hz
Corriente asignada	400 A
Tensión de servicio	23 kV
Grado de protección	Cuba de gas (IPX8)
Envolvente	Edificio panelable de hormigón armado
Grado de protección	Envolvente externa (IP2XD)
Arco interno	Diseñadas para resistir arco interno conforme a la IEC 62271-200
Clasificación arco interno	AFL 16 kA 1s / 20 kA 1s AFLR 20 kA 1s/25 kA 1s
Corriente admisible asignada de corta duración	Con $t_k = (x) s$ : 16 / 20 kA (1,3 s) / 25 kA (1 s)
Valor pico	40 / 52 / 62,5 kA
Nivel de aislamiento asignado	
Tensión soportada asignada a frecuencia industrial	70 / 80 kV
Tensión soportada asignada a impulso tipo rayo	170 / 195 kV
Condiciones de servicio	
Temperatura ambiente mínima / máxima	-40 °C / + 40 °C
Temperatura ambiente media máxima	35 °C
Humedad relativa media máxima	< 95%
Presión de vapor media máxima	22 mbar
Altitud máxima	2.000 m

#### ❖ Inversores

El diseño prevé estaciones de MT de 2 MW, constituida por dos inversores outdoor de 1000 kW y un transformador outdoor de 2200 KVA, como la solución más eficiente en la relación coste/potencia. Los inversores tienen una eficiencia europea del 98,4%. El diseño de estas estaciones de MT será capaz de operar en las condiciones climáticas y ambientales locales.

Los inversores tienen las siguientes características:

- Máxima tensión de entrada: 1000 Vdc
- Rango Mppt:
  - Mínimo: 585 Vdc
  - Máximo: 820 Vdc
- Eficiencia: mayor que 98% y THD<3%

Será posible controlar la potencia activa y reactiva de salida de los inversores. Este control se consigue de las siguientes maneras:

- Valor objetivo
- Potencia reactiva vs voltaje de CA
- Potencia reactiva vs potencia activa
- Factor de potencia vs potencia activa

La relación entre potencia reactiva y factor de potencia, y entre tensión y potencia será configurable.

Los inversores estarán equipados con elementos y sistemas de comunicación como lo requiere la monitorización y el sistema SCADA.

Los inversores deberán estar protegidos contra daños y ser capaz de tolerar los fallos del sistema, perturbaciones y fluctuaciones especificados en las normas nacionales de electricidad.

Los inversores solamente arrancarán cuando la salida de potencia de los generadores fotovoltaicos sea superior a su consumo interno en operación, pero antes de que la potencia de salida alcance el 10% de la capacidad del convertidor.

**Tabla II.16.** Características de los inversores de 1000 kW.

<b>Lado DC</b>	
Rango MPP DC (V)	585-820
Máxima tensión DC (V)	1000
Nº de entradas DC	28
<b>Lado AC</b>	
Potencia de salida nominal/máxima (kW)	1000
Nº de fases	3
Frecuencia (Hz)	50
Tensión Nominal (V)	375
Aislamiento de red	Si
Cos phi	0,90 inductivo...0,90 capacitivo

THD, %	< 3% de la potencia nominal
<b>Eficiencia</b>	
Eficiencia máxima (%)	98,6
Eficiencia europea (%)	98,4
Consumo en Standby (W)	< 400 W
<b>Otras característic-as generales</b>	
Grado de protección	IP54
Seccionador DC	Si
Seccionador AC	Si
Protección de sobretensión DC	Si
Protección de sobretensión AC	Si
Protección anti-isla	Si
<b>Otros</b>	
Dimensiones [HxWxD] (mm)	2400 x 4900 x 1020 aprox.
Peso(kg)	5.500
Rango de temperatura ambiente (oC)	-20 to 50
Rango de humedad relativa ambiente (%)	4% al 100%

### Descripción general modo de operación

El inversor funciona de un modo completamente automático. Por la noche, o siempre que no haya radiación suficiente, el inversor desconecta el generador fotovoltaico de la red, y continúa monitorizando ambos sistemas en tiempo real. En el momento en que hay radiación suficiente y los parámetros de la red están dentro del rango adecuado (frecuencia y tensión), el inversor automáticamente reconecta con la red y comienza a inyectar energía. De cara a optimizar la energía producida por el generador fotovoltaico, los inversores utilizan el sistema de seguimiento del punto de máxima potencia, según el cual el voltaje en el lado DC se va ajustando constantemente con el fin de llevar a los módulos fotovoltaicos al punto de funcionamiento en el que entregan su máxima potencia.

### ❖ Red de Media Tensión e Infraestructura de Evacuación

#### Red de Media Tensión

Para la interconexión de las Estaciones de Media Tensión se instalarán líneas de enlace interiores a la tensión de 34,5 kV que transportarán la energía del parque hasta la subestación.

Los conductores de potencia serán de Aluminio, unipolares con aislamiento XLPE. Se prevén secciones de hasta 500 mm<sup>2</sup> (1000 MCM).

La Red de Media Tensión implicará aproximadamente doce circuitos que transportarán la energía desde las Estaciones de Media de Tensión hasta la Subestación.

Las condiciones de diseño para la configuración de zanjas que se han considerado son:

Tipo de instalación: Conductores Directamente enterrado. Disposición de conductores al Tresbolillo (triangular).

Temperatura del terreno: 25 °C

Temperatura ambiente: 40 °C

Resistividad térmica del terreno: 2 °C m/W (a confirmar con el estudio del terreno)

Profundidad de la instalación: 1,1 m

Temperatura máxima de trabajo del cable: 90 °C

Temperatura máxima de cortocircuito: 250 °C

Sistema "solid bonding" en ambos extremos de la pantalla.

Los circuitos de media tensión se ejecutarán en zanjas en disposición directamente enterrados sobre una cama de arena de 10 cm y recubiertos de una segunda capa de arena de 25 cm. Dichas zanjas se completarán con una tercera capa de relleno seleccionado y una cuarta con material de excavación.

En las mismas zanjas de los conductores de media tensión se tenderán el cable de tierra de cobre desnudo y el de comunicaciones (fibra óptica).

En las acometidas a las Estaciones de Media Tensión se ejecutarán zanjas con los conductores entubados.

### **Esquema de Evacuación**

Los circuitos de la planta fotovoltaica, de 34.5 kV, llegarán a la subestación donde se elevará la tensión a 110 kV a través de dos transformadores 110/34.5 kV 80 MVA. De esta subestación saldrá una línea de 110 kV y 8 km de longitud que llegará hasta la SET de Interconexión situada en la localidad de Puerto Libertad.

#### **❖ Subestación**

Sistema de 110 kV

El aparellaje con el que se equipará el sistema de 110 kV es el siguiente:

2 Posiciones de línea equipadas de:

- Un transformador capacitivo
- Un seccionador tripolar con puesta a tierra
- Un interruptor
- Tres transformadores de tensión



- Tres transformadores de intensidad
- Tres pararrayos

#### ❖ **2 Transformadores de potencia**

Se instalarán dos transformadores de 80 MVA de relación nominal 110/34.5 kV y conexión Ynd11.

Cada transformador dispondrá de regulación de la tensión en carga en el lado de alta tensión.

#### **Sistema de 34.5 kV**

El sistema de 34.5 kV responde al esquema de simple barra y se compone de las siguientes celdas:

- 12 celdas de línea para los circuitos del campo fotovoltaico
- 2 celdas de acometida a los transformadores
- 1 celda de transformador de SS.AA.
- 2 celdas de medida de tensión en barras
- 2 celdas para equipos de compensación de reactiva

#### ❖ **Línea de evacuación**

La línea aérea de evacuación del proyecto, tendrá una configuración de simple circuito y una longitud aproximada de 8 km hasta la Subestación de Interconexión.

#### ❖ **Estación meteorológica**

Se instalarán dos estaciones meteorológicas en el área del proyecto.

La estación de medición con seguimiento está formado por un Datalogger - modelo Campbell cr1000 o similar- que registra los siguientes parámetros cada 10 minutos. El intervalo de tiempo de registro es programable.

- Radiación Global sobre el plano horizontal (GHI)
- Radiación Directa sobre plano normal (DNI)
- Radiación Difusa sobre plano horizontal (DHI)
- Velocidad y dirección de viento
- Temperatura ambiente
- Humedad relativa

- Presión atmosférica
- Precipitación

Para el registro de estos parámetros, la estación de medición consta de los siguientes modelos de sensores.

- Seguidor solar modelo 2AP Kip&Zonnen (o similar):
- 1 Piranómetro (GHI) modelo Kipp&Zonen CMP11 o similar.
- 1 Piranómetro (DHI) modelo Kipp&Zonen CMP11 o similar.
- 1 Pirheliómetro (DNI) modelo Kipp&Zonen CHP1 o similar.
- 1 Sensor de dirección y velocidad del viento modelo R.M. Young 05013 o similar.
- 1 Sensor de temperatura y humedad relativa modelo Vaisala HPM155 o similar.
- 1 Sensor de presión atmosférica modelo Vaisala PTB 110 (cs106) o similar.
- 1 Sensor de precipitación modelo R.M. Young 52203 o similar.

Además la estación llevará una estructura de soporte para el resto de sensores, una batería y un panel solar dimensionados según las características de la estación para asegurar el buen funcionamiento de todos los equipos.

Para el registro de radiación sobre el plano del generador y la temperatura del módulo se instalarán los siguientes sensores de medición:

- 4 sensores de radiación inclinada sujetos a la estructura de seguimiento.
- 4 módulos calibrados para medir temperatura.

## II.2.2. Programa de trabajo

El programa de trabajo del proyecto se presenta en la siguiente tabla.

**Tabla II.17.** Programa General de Trabajo del proyecto.

Etapas del proyecto	Actividades generales	Años				
		1	2	3	4	5
Ingeniería básica y de detalle	Diseño del proyecto					
Preparación del sitio	Desmonte y despalme					
	Trazo					
Construcción	Movimiento de tierras					
	Armado de infraestructura					
	Cimentaciones en las estructuras					

## II.2.3 Preparación del sitio y construcción

### Preparación del sitio

#### ✓ **Desmante y despalme**

Como primer paso se llevará a cabo la limpieza general del sitio para posteriormente remover la vegetación y la primera capa del sustrato, de la zona de ocupación. Los residuos de despalme serán dispuestos temporalmente en un extremo adyacente al área de afectación, dentro del predio, hasta su disposición final.

Los excedentes del despalme que no resulten útiles para cimentación, se retirarán del sitio disponiéndolos en otras obras que requieran rellenos previos. Asimismo, se trituraran los residuos de despalme y se dispondrán en el sitio del predio destinado como área verde.

#### ✓ **Trazo**

El trazo consiste en delimitar los ejes de la cimentación y sus anchos, cómo de los ejes de las demás obras, ya que de ello dependerá la exactitud en todo el desarrollo de la obra. El trazo se efectúa por medio de estacas de madera e hilos, con los cuales se marcan los anchos de cimentación para efectuar así la excavación. Las estacas usadas generalmente, son de madera de 2.5 a 5 cm por lado y 30 cm de largo. Sobre la cabeza de estas estacas se clava una tachuela o clavo que marca el centro de la línea o el vértice de un ángulo.

### Construcción

#### **Características constructivas del seguidor**

El seguidor está formado por una serie de tubos de torsión orientados de Norte a Sur, sobre los que van instalados los módulos fotovoltaicos. Estos tubos de torsión rotan sobre el eje horizontal siguiendo la trayectoria del Sol, consiguiendo así un aumento significativo de la producción de los módulos fotovoltaicos.

El giro de los tubos de torsión se logra mediante una biela orientada de Este a Oeste, unida a los tubos de torsión y a un sencillo actuador electromecánico de baja potencia, controlado por un autómata y su correspondiente algoritmo de control.

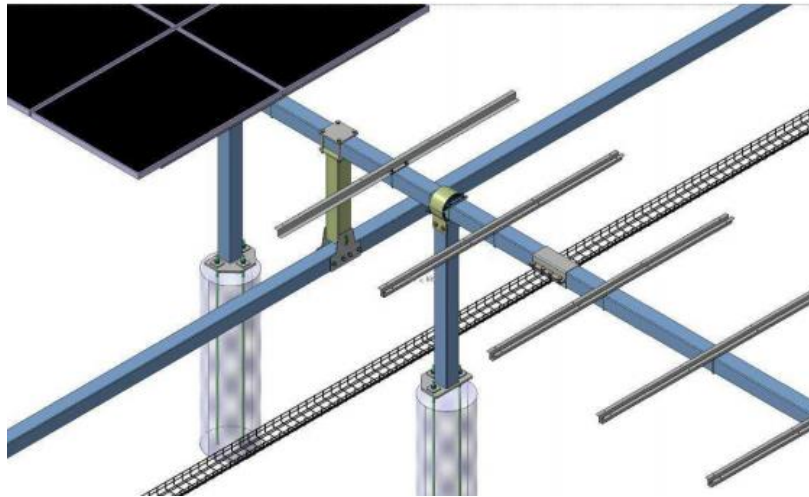


Figura II. 15. Seguidor.

Como referencia a continuación se muestran dos vistas del seguidor, una con los módulos fotovoltaicos en posición horizontal ( $0^\circ$ ) y otra con los módulos en posición de máxima angulación ( $55^\circ$ ). En las vistas se indican también los componentes principales del seguidor.

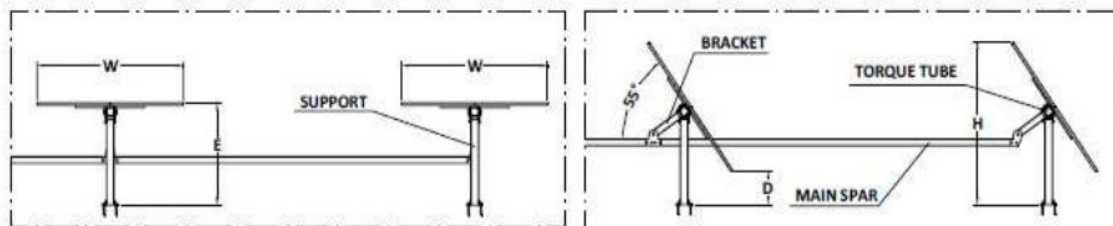


Figura II. 16. Componentes principales del seguidor.

La mayor parte del montaje del seguidor se realiza mediante uniones atornilladas. Las pocas piezas que necesitan de soldadura, vienen soldadas de fábrica. Para realizar el montaje, no es necesario realizar ningún corte o soldadura en campo. Ninguna pieza del seguidor necesita ser cortada o soldada en campo.

Los componentes principales de la estructura (tubos de torsión, biela, brazos actuadores, etc.) se fabrican con acero galvanizado en caliente de calidad S235JR (o mayor) y según la norma UNE-EN-ISO 1461.

Los tornillos y tuercas utilizados en el seguidor son acero calidad 10.9 y 8.8, con tratamiento anticorrosión Dacromet 500 grado B.

El tratamiento anticorrosión Dacromet 500 grado B usado en los tornillos y tuercas, ofrece una excelente protección contra la corrosión, superando las 1,000 horas sin aparición de óxido rojo en los ensayos de niebla salina (ISO 9227).

Para formar la unidad de 2 MW se consideran 12 seguidores horizontales con 17 tubos de torsión completos cada uno. Cada seguidor soporta 680 módulos fotovoltaicos (204 kWp), resultando una potencia total del bloque de 2.448 kWp. En la siguiente figura se muestra un seguidor tipo:

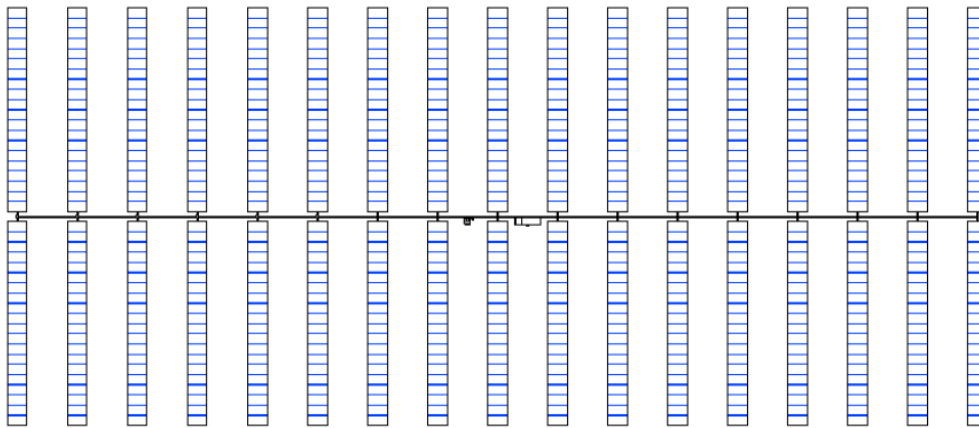


Figura II. 17. Seguidor.

Las principales características de este tipo de estructura se pueden ver en la tabla siguiente:

Tabla II.18. Seguidor Horizontal – Dimensiones principales.

Características	
Ancho (m)	41,06
Longitud (m)	95,84
Ángulo de giro	± 55º
Altura en posición de máxima angulación (m)	< 2,187
Distancia al suelo en posición de máxima angulación (m)	> 0,556
Altura máxima en posición horizontal (m)	1,34
Número total de módulos FV (#)	680
Área total de módulos FV (m <sup>2</sup> )	1.319,44

En el diseño del proyecto, se ha considerado una distancia entre ejes de brazos de 6 m (1/GCR=3,04).

#### ❖ Obra Civil

##### Movimiento de Tierras

El predio para el proyecto, presenta una orografía llana, donde se contempla una mínima cantidad de movimientos de tierra.

Existe presencia de arbustos bajos en la totalidad del emplazamiento de modo que en el 90 % del predio, deberá retirarse la vegetación.

Se contempla a su vez el posterior escarificado, ripeo y compactado de la superficie donde se implanten los módulos fotovoltaicos con el fin de aplanar el terreno.

La longitud total de caminos internos suma aproximadamente 22 km.

### **Drenajes**

Para el sistema de drenaje se debe considerar la orografía del emplazamiento así como la climatología del mismo.

Inicialmente se considera la necesidad de disponer de cunetas a ambos lados de los caminos para recoger la escorrentía del emplazamiento del proyecto además de otros elementos de drenaje.

El alcance inicialmente contemplado podrá reducirse en el caso de que así lo recomienden los estudios hidrológicos y climatológicos del emplazamiento.

### **Cierre perimetral y entrada de acceso**

Todas las instalaciones estarán cercadas con una valla perimetral de 1.8 m de altura que supone aproximadamente 12 km lineales. También se incluyen los portones de acceso que permiten la entrada/salida de vehículos y personal.

### **Cimentaciones en las estructuras**

Se propone la siguiente solución de cimentación para las estructuras:

Perfil de acero hincado directamente en el terreno mediante percusión a una profundidad aproximada de 2.25 m para el 100% de los apoyos de los seguidores fotovoltaicos.

Solución mediante minipilotes de hormigón de 0.8m de diámetro y una profundidad de 1.5m para los actuadores de los seguidores fotovoltaicos.

La instalación se realiza con maquinaria relativamente ligera permitiendo una instalación rápida y con mínimas perturbaciones al terreno existente.

### **Caminos internos**

A través de los caminos internos se dará acceso a los centros de transformación y edificios de inversores.

Dichos caminos tienen la misma pendiente que la definida para la explanada, con el fin de minimizar los movimientos de tierras.

Se proponen caminos de 4 m de ancho, formados por un escarificado y compactado de los primeros 15 cm. Posteriormente se extiende una capa de 15 cm de material granular, según las metodologías locales de construcción, que servirá como la capa de rodadura.

## II.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

No se tienen contempladas obras y actividades provisionales para el desarrollo del proyecto.

## II.2.5 Operación y mantenimiento

### Mantenimiento del sistema o parque solar

Los módulos fotovoltaicos requieren muy escaso mantenimiento por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión.

El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica del módulo.
- Inspección visual de posibles degradaciones internas de la estanqueidad del módulo.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado.
- Eventualmente, control de las características eléctricas del módulo.

### Limpieza periódica del módulo

La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del módulo reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por sombras.

El problema puede llegar a ser serio en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad con la que se ensucien.

La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los módulos.

La operación de limpieza consiste simplemente en el lavado de los módulos con agua y algún detergente biodegradable no abrasivo, procurando evitar que el agua se acumule sobre el módulo. No es aceptable en ningún caso utilizar mangueras a presión.

### **Inspección visual del módulo**

La inspección visual del módulo tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:

- Posible rotura del cristal.
- Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el módulo por rotura de las capas de encapsulado durante la instalación o transporte.

### **Control de conexiones y cableado**

Cada 6 meses realizar un mantenimiento preventivo efectuando las siguientes operaciones:

- Comprobación del ajuste y estado de los terminales de los cables de conexionado de los módulos.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales.

En caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando, según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

Los módulos fotovoltaicos requieren muy escaso mantenimiento por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión.

El mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica de los paneles.
- Inspección visual de posibles degradaciones internas de la estanqueidad del módulo.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado.
- Eventualmente, control de las características eléctricas del módulo.



### **Limpieza periódica del módulo**

La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del módulo reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por sombras.

El problema puede llegar a ser serio en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento.

La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los módulos.

La operación de limpieza consiste simplemente en el lavado de los módulos con agua y algún detergente biodegradable no abrasivo, procurando evitar que el agua se acumule sobre el módulo. No es aceptable en ningún caso utilizar mangueras a presión.

### **Inspección visual del módulo**

La inspección visual del módulo tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:

- Posible rotura del cristal.
- Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el módulo por rotura de las capas de encapsulado durante la instalación o transporte.

### **Control de conexiones y cableado**

Cada 6 meses realizar un mantenimiento preventivo efectuando las siguientes operaciones:

- Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los módulos.
- Comprobación de la estanqueidad de la caja de terminales.

En caso de observarse fallos de estanqueidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando, según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.

✓ **Otros sistemas y equipamientos**

**Sistemas de seguridad**

En una fase preliminar se propone un sistema de seguridad que tiene las siguientes características:

**CCTV Perimetral**

Se propone de un sistema de CCTV y Detección de intrusión que cubra todo lo instalado dentro del perímetro protegido. La propuesta se basa en la vigilancia mediante la instalación de cámaras térmicas con analítica de imagen.

**Intrusión**

Se propone asegurar la Subestación y el Edificio de Mantenimiento por considerarlas zonas sensibles mediante la instalación de elementos de detección de intrusión.

**Robos de cobre**

Como medida complementaria se plantea el soldado de arquetas de la instalación por considerar esta medida prioritaria para evitar robo del cableado de cobre.

**Placas**

Con el objeto de minimizar robos, se propone el sellado de placas o atornillado de las mismas mediante tornillería inviolable, remaches o pegado.

**Vigilancia presencial**

El sistema propuesto se complementa con vigilancia presencial durante la construcción y en la operación.

## **II.2.6 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

Se ha estimado una vida útil del proyecto mínima de 50 años. Al término de la vida útil, se efectuará un análisis bajo las condiciones técnico-ambientales, comerciales e industriales, para determinar la renovación de las operaciones y una posible extensión del periodo de vida útil.

## **II.2.7 Utilización de explosivos**

Debido a la naturaleza del proyecto no será necesario el empleo de explosivos.

## II.2.8 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

### ✓ Residuos sólidos

Durante la ejecución de las obras y actividades para el desarrollo del proyecto, los residuos sólidos se almacenarán en contenedores ubicados en sitios previamente especificados dentro del área del proyecto para después ser transportados por el contratista a los sitios autorizados.

Se establecerán áreas específicas para el almacenamiento temporal de los residuos recolectados dentro del área del proyecto, las cuáles se acondicionarán para evitar derrames o posible contaminación de los recursos naturales.

Los residuos generados durante la etapa de operación serán residuos sólidos domésticos (urbanos), asimismo se contará con un plan de manejo que incluya la separación y el almacenamiento adecuado mismos que se recogerán de los colectores ubicados por todo el desarrollo y serán transportados al relleno sanitario municipal aledaño al sitio del proyecto.

### ✓ Residuos líquidos

**Agua residual:** Durante la ejecución de las obras y actividades para la instalación del parque solar las aguas de desecho que se contempla generar, serán las producidas por la estancia de trabajadores en la zona de obras, para su disposición se contrataran sanitarios portátiles, mismos que serán manejados por la empresa prestadora del servicio.

### ✓ Residuos peligrosos

Las empresas contratistas serán responsables del manejo (almacenamiento, recolección transporte, tratamiento y disposición final) de los residuos peligrosos que se generen en la ejecución de las obras y actividades para la instalación del sistema o parque solar, mediante la contratación de empresas autorizadas para este fin.

En los sitios de trabajo se contará con recipientes con tapa debidamente identificados para el almacenamiento de este tipo de residuos, los cuales se identificarán y clasificarán de acuerdo con lo establecido en las NOM-052-SEMARNAT-2005.

El manejo de este tipo de residuos será de acuerdo a lo indicado por la legislación ambiental vigente y aplicable.

### ✓ Emisiones a la atmósfera

Las emisiones de contaminantes a la atmosfera serán ocasionadas en su mayoría por la operación de la maquinaria y equipo, emisiones como el monóxido de carbono se controlaran mediante el mantenimiento periódico de toda la maquinaria y equipo que se emplee y una verificación constante durante su uso.

Las fuentes móviles de emisión, la maquinaria y equipo de vehículos utilizados deberán cumplir con lo establecido en la normatividad vigente de emisiones de gases contaminantes (tal y como se señaló en el capítulo III de la presente MIA-R), por lo que en su caso, se solicitará al contratista un programa de mantenimiento y se llevará una bitácora del mantenimiento.

Las partículas de polvo que se generen por el movimiento vehicular y movimiento de tierras a fin de evitar la dispersión de partículas en la atmosfera el transporte de materiales deberá ser realizado en fase húmeda, los vehículos de carga deberán ser tapados con lonas de contención para partículas finas durante su traslado.

Los camiones de carga deberán contar con un mantenimiento continuo con el fin de no rebasar los límites máximos permisibles de acuerdo a la siguiente tabla.

**Tabla II.19.** Límites máximos permisibles de ruido en vehículos pesados.

<b>Peso bruto vehicular (kg)</b>	<b>Límites máximos permisibles dB (A)</b>
Hasta 3,000	79
Más de 3,000 y hasta 10,000	81
Más de 10,000	84

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por el promovente.

Las partículas de polvo que se generen por el movimiento vehicular y movimiento de tierras a fin de evitar la dispersión de partículas en la atmosfera el transporte de materiales deberá ser realizado en fase húmeda, los vehículos de carga deberán ser tapados con lonas de contención para partículas finas durante su traslado.

Durante la operación del sistema o parque solar no se van a generar emisiones a la atmósfera.

#### ✓ **Generación de ruido**

La generación de ruido se dará principalmente por la utilización del equipo y maquinaria que se utilizará durante la ejecución de las obras y actividades para la modificación del proyecto, en general no se rebasarán los límites permisibles establecidos en el punto 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, es decir, de 68 dB(A) durante un horario comprendido entre las 6:00 y 22:00 horas y de 65 dB(A) durante las 22:00 a 6:00 horas. En este sitio de manera temporal y por periodos cortos de tiempo se alcanzarán hasta 95 dB(A) a 1 m de la fuente. Los camiones de carga responsabilidad de los contratistas deberán contar con un

mantenimiento continuo con el fin de no rebasar los límites máximos permisibles de acuerdo a la siguiente tabla:

**Tabla.20.** Límites máximos permisibles.

<b>Peso bruto vehicular (kg)</b>	<b>Límites máximos permisibles dB (A)</b>
Hasta 3,000	79
Más de 3,000 y hasta 10,000	81
Más de 10,000	84

Cabe señalar que el nivel de ruido es inversamente proporcional a la distancia, por lo que a medida que el receptor se aleja de la fuente, el impacto disminuye sensiblemente.

### **II.2.9 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos**

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción en el campamento los residuos se depositarán en áreas específicas para: residuos no peligrosos, residuos peligrosos y de residuos biodegradables o celdas de composta.

En el campamento base existirá un depósito general de residuos no peligrosos y residuos peligrosos conforme a lo establecido en Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como las demás disposiciones aplicables.

Los residuos peligrosos serán etiquetados y almacenados de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, serán enviados para su disposición final con empresas autorizadas. Se llevará un registro de los residuos a través de una bitácora de residuos peligrosos, de los manifiestos de entrega y recepción de los mismos, así como de las autorizaciones de los proveedores para la disposición final de los mismos.

En cuanto a los residuos no peligrosos no biodegradables, en el caso que se factible serán enviados para su reciclado a empresas especializadas, de no ser así se enviarán a donde lo disponga la autoridad local competente.

Para el manejo general de los residuos peligrosos, se efectuarán acciones encaminadas a la sensibilización del personal contratado y se capacitará a dicho personal respecto a la manera de cómo deben colectarse, separarse y disponerse. Para el manejo de los aceites se considerarán como medidas preventivas para evitar derrames las siguientes acciones: utilizar únicamente vehículos y maquinaria en buen estado, verificar durante la ejecución de la obra el mantenimiento de los mismos y evitar realizar este mantenimiento dentro del área del proyecto.

En caso de que ocurra algún derrame accidental dentro de las áreas de construcción menor 1 m<sup>3</sup> se procederá a retirar el material vegetal y/o suelo contaminado, para lo cual será necesario excavar hasta la profundidad afectada y posteriormente se rellenarán los sitios con el tipo de suelo predominante en la zona y libre de contaminantes. Tanto la tierra impregnada con el aceite derramado como todos los demás residuos sólidos peligrosos, se almacenarán temporalmente en los sitios definidos para este tipo de residuos peligrosos, a fin de que posteriormente sean entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final. En derrames mayores a 1 m<sup>3</sup> se atenderá a lo previsto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

**Disposición final de residuos sólidos urbanos**

Los residuos sólidos urbanos serán dispuestos en los sitios autorizados que se localicen cerca del tramo que se encuentre. La disposición de los residuos generados se apegará a la normatividad y reglamentos según lo establezca la autoridad local competente.

# Capítulo III

*VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y  
ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES*



## **III.VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.**

### **III.1 Introducción.**

De acuerdo a los preceptos establecidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en los Artículos 35 y 13 respectivamente, cualquier obra o proyecto de competencia federal debe ser vinculado con las diferentes disposiciones jurídicas ambientales e instrumentos de planeación urbana y ordenamiento, como son programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Para el desarrollo del presente Capítulo, se han revisado y analizado una serie de documentos relativos a las Leyes y Reglamentos Federales en materia ambiental, así como los programas sectoriales, planes de desarrollo, ordenamientos ecológicos del territorio y demás instrumentos de política ambiental en el ámbito nacional e internacional que son aplicables, considerando el sitio donde se pretende desarrollar el proyecto, así como la naturaleza del mismo.

Es importante destacar, que la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (MIA-R) particularmente en la vinculación de los instrumentos jurídicos ambientales, estará enfocada en primer instancia a la evaluación en materia de impacto ambiental por el cambio de uso de suelo, toda vez que por la ubicación y características ambientales del sitio, es una de las actividades que ha cobrado mayor importancia para efectos de valoración de impactos ambientales. En segundo término por su menor relevancia en dicha valoración, se ha realizado la vinculación de instrumentos jurídicos ambientales, debido a que el proyecto se refiere a la instalación y operación de una Planta Solar cuya actividad, es de competencia federal.

De esta manera, se prevé que a través del procedimiento de impacto ambiental, se establezcan las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades del proyecto que puedan causar efectos adversos al entorno o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.



### **III.2 Análisis de los instrumentos normativos.**

En México el sistema jurídico está conformado por la Constitución, Leyes de corte Federal y Estatal y sus reglamentos, diversos códigos de los que se desprenden permisos, licencias y autorizaciones, además de normas oficiales mexicanas que establecen parámetros, límites máximos permisibles y procedimientos, así como por normas oficiales mexicanas mediante las cuales se determinan metodologías.

Particularmente en materia ambiental, el Artículo 27 Constitucional establece que la Nación tendrá en todo tiempo el derecho de dictar las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico.

En este mismo sentido, el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente.

De esta manera, la citada Ley prevé un procedimiento de impacto ambiental a través del cual se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio Ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades listadas en el Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente como lo es en el presente caso, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental.

### III.2.1 Leyes

#### III.2.1.1 *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.*

En esta Ley se establecen las condiciones a que se sujetará la realización de las obras y actividades que puedan causar un desequilibrio ecológico. Los principales artículos con que se vincula el proyecto que nos ocupa se mencionan a continuación.

En el Capítulo IV referente a Instrumentos de Política Ambiental, en la Sección V, de la Evaluación del Impacto Ambiental, se establece en el artículo 28 lo siguiente:

*“Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente.*

*Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo, alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:*

*...*

*II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;...*

*VII.- Cambios de uso de suelo forestales; así como en selvas y zonas áridas;...”*

En relación con lo anterior, es importante señalar que dentro de la actividad principal del proyecto como es aprovechamiento de energía solar para la conversión a energía eléctrica, mediante la instalación y operación de celdas fotovoltaicas, lo cual se vincula con la fracción II del Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Asimismo, el proyecto se ajusta a las disposiciones establecidas en la presente Ley, ya que el desarrollo de las obras y/o actividades requieren ser evaluadas en materia de impacto ambiental por el Cambio de Uso de Suelo, para la cual se ha considerado como la actividad más relevante en cuanto a los impactos ambientales identificados, por lo que se somete a la Evaluación en la materia de Impacto Ambiental, aunado a que dada la naturaleza del

proyecto, cae dentro del supuesto citado en la fracción II del artículo 28 antes referido, en la Industria eléctrica. Cabe señalar, que el cambio de uso de suelo de área forestal solicitado es con la finalidad de llevar a las actividades para la colocación y operación de celdas fotovoltaicas para la conversión de energía solar a energía eléctrica.

Por otra parte, para determinar la viabilidad ambiental del predio donde se pretende llevar a cabo el desarrollo del proyecto, resulta indispensable llevar a cabo un análisis técnico-jurídico, partiendo en primera instancia de lo requerido por el Artículo 35 de la LGEEPA que se cita a continuación:

*“ARTICULO 35 .- Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.*

*Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.*

*Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.”*

El artículo antes citado, establece de manera general a la autoridad la forma en que deberá iniciar el procedimiento de evaluación, para lo cual la Secretaría prestará especial atención a que el proyecto se ajuste a lo establecido en la LGEEPA, su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) y las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) que le sean aplicables, además de lo que se especifique en los programas de desarrollo urbano (PDU's), los ordenamientos ecológicos del territorio (OET's), de existir y las declaratorias de áreas naturales protegidas(D-ANP's), así como sus programas de manejo (si existen) y deja a salvo algunas otras disposiciones jurídicas, en materia ambiental, que resulten aplicables al proyecto. Al respecto, dichos instrumentos fueron

considerados en el desarrollo del presente capítulo de la MIA-R del proyecto, a fin de evidenciar su cumplimiento.

Solo una vez que se ha satisfecho la parte de vinculación con las normas ambientales es que se analiza la parte de impactos al ambiente, o lo que comúnmente se denomina la parte técnica de la evaluación. Lo anterior permite explicar que el criterio general empleado por la autoridad ambiental para definir la viabilidad ambiental de un proyecto, consiste en analizar primeramente la vinculación normativa y en segundo lugar los efectos netamente ambientales.

En materia de la Contaminación Atmosférica, se tiene que en el CAPÍTULO II de la LGEEPA, se refiere a la Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera, por lo que se cita el siguiente artículo:

***“ARTÍCULO 110.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:***

*I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y*

*II.- Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.”*

En particular, en la etapa operativa del proyecto no habrá generación de emisiones a la atmósfera, debido a la tecnología que será aplicada para el aprovechamiento de energía solar, mediante la instalación de celdas fotovoltaicas, por lo que se reducirán las emisiones a la atmósfera durante la generación de energía eléctrica, que se refiere al proyecto que nos ocupa. Las emisiones a la atmósfera que se generen serán únicamente en la etapa constructiva, por el movimiento y utilización de maquinaria, sin embargo será de manera temporal y la maquinaria será sometida a mantenimiento previo para atenuar las emisiones a la atmósfera. Lo anterior permite que dicho proyecto se ajuste a los preceptos establecidos del artículo en comento.

En materia de Contaminación al Agua, se tiene en el CAPÍTULO III de la LGEEPA, se refiere a la Prevención y Control de la Contaminación del Agua y de los Ecosistemas Acuáticos, para ello se cita el siguiente artículo:

**ARTICULO 117.-** Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I.- La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;

II.- Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;

III.- El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

IV.- Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y

V.- La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

En la etapa operativa del proyecto no habrá generación de agua residuales, no se requiere del recurso o aprovechamiento de agua para la operación del mismo, sin embargo, en la etapa constructiva las aguas residuales que generen serán de tipo sanitario por parte del personal operativo, para ello será contratada una empresa especializada que capture y de tratamiento a las aguas sanitarias, misma que será responsable de la disposición final.

En materia de Contaminación de Suelo, en el CAPÍTULO IV, de la misma Ley, nos habla de la Prevención y Control de la Contaminación del Suelo.

**"ARTICULO 134.-** Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:

I.- Corresponde al estado y la sociedad prevenir la contaminación del suelo;

II.- Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;

III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;

IV.- La utilización de plaguicidas, fertilizantes y sustancias tóxicas, debe ser compatible con el equilibrio de los ecosistemas y considerar sus efectos sobre la salud humana a fin de prevenir los daños que pudieran ocasionar, y

*V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable."*

Para evitar o prevenir la contaminación del suelo, durante el desarrollo de la obra, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, que conlleva en manejo de todo tipo de residuos, sea peligroso o no peligroso, tanto sólidos como líquidos, de conformidad a la legislación y normatividad aplicable.

Finalmente se concluye que el proyecto cumple con las disposiciones establecidas en esta ley, en la presentación de la MIA-R ante la autoridad competente a fin de obtener la autorización en materia de impacto ambiental, así como para el cambio de uso de suelo, que a su vez obedece el carácter preventivo, toda vez que se sujete a las medidas preventivas y correctivas para minimizar los impactos y riesgos que durante el desarrollo del proyecto pudiera ocasionar al entorno.

### ***III.2.1.2 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.***

El cambio de uso del suelo en terrenos forestales de acuerdo a la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, es la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales (Artículo 7, fracción V de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable).

De conformidad con el artículo 117 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, el cambio de uso de suelo es un instrumento al igual que el impacto ambiental de carácter preventivo, en el cual para su aprobación deberá demostrarse a través de diversos estudios que no se causará una afectación grave al ecosistema. El artículo en cita establece:

*"ARTICULO 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan*

*sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.*

*En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.*

*No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.*

*Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.*

*....."*

Es aplicable el artículo que antecede de la ley en cita, ya que se requiere del cambio de Uso de Suelo de áreas forestales por la presencia de vegetación matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaulé, por lo que, el proyecto se ajusta a los preceptos establecidos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en virtud de que se han hecho los estudios necesarios como es la caracterización y muestreo de vegetación, así como el diseño de estrategias ambientales para el rescate y reubicación de especies enfocadas aquellas bajo protección legal.

### ***III.2.1.3 Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos.***

La vinculación de esta Ley con el proyecto en cuestión, tanto en la etapa constructiva como en la operativa parte de la prevención, de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como de prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Señala las obligaciones del generador de acuerdo al volumen de generación anual. Así como los lineamientos para el manejo integral de los residuos generados.

Conforme a esta Ley, el desarrollo del proyecto se considera como un microgenerador de residuos peligrosos de acuerdo a las disposiciones establecidas en el artículo 5, fracción XIX de la Ley en cita, algunos de los residuos que serán generados son líquidos de aceites provenientes de la maquinaria que será utilizada durante el proceso constructivo del proyecto, entre otros, por lo que, se dará cumplimiento a los lineamientos establecidos en esta Ley.

De la Clasificación de los Residuos, el Artículo 18 de la LGPGIR, nos habla de la subclasificación de los residuos sólidos urbanos en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria

***"Artículo 18.-** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables."*

En la ejecución del proyecto, durante la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos, se llevará a cabo la identificación, clasificación y separación de residuos, en el caso de residuos no peligrosos, se subclasificarán en orgánicos e inorgánicos.

Por su parte, el Artículo 19 de la Ley en cita, se refiere a la clasificación de los residuos de manejo especial, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, que de interés particular aplican la fracción I residuos de las rocas y VII Residuos de la construcción, como a continuación se menciona.

***"Artículo 19.-** Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:*

*I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;...*

*VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;..."*

Será en la etapa constructiva del proyecto, en donde se generen posibles residuos de manejo especial y serán manejados y dispuestos en el lugar indicado por la autoridad local.

Ahora bien, con respecto al manejo de residuos peligrosos, se indica lo siguiente:



**Artículo 21.-** *Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:*

*I. La forma de manejo;*

*II. La cantidad;*

*III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;*

*IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;*

*V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;*

*VI. La duración e intensidad de la exposición, y*

*VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.*

Del Manejo Integral de los Residuos Peligrosos, el artículo 54 nos describe lo siguiente:

**Artículo 54.-** *Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales.*

*La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo."*

En el Programa de Manejo Integral de Residuos, habrá un Subprograma de manejo de residuos peligrosos, éste será exclusivo a para evitar toda mezcla con otros materiales o residuos no peligrosos, y con ello evitar alguna reacción y poner en riesgo la salud del personal operativo, así como prevenir la contaminación del medio ambiente.

Referente a responsabilidad acerca de la Contaminación y Remediación de Sitios de disposición final de los residuos, los artículos que son aplicables a continuación se mencionan:

**Artículo 68.-** *Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes."*

*"Artículo 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables."*

Uno de los objetivos que han dado pauta a la implementación del Programa de Manejo de Residuos, es prevenir la contaminación del sitio, evitando con ello la contaminación del agua, aire y suelo por un inadecuado manejo de residuos peligrosos. Sin embargo ante una posible contingencia la empresa promovente asume el compromiso ambiental, mismo que será el responsable de llevar a cabo una remediación del sitio en caso de algún derrame o daño al ambiente.

*"Artículo 72.- Tratándose de contaminación de sitios con materiales o residuos peligrosos, por caso fortuito o fuerza mayor, las autoridades competentes impondrán las medidas de emergencia necesarias para hacer frente a la contingencia, a efecto de no poner en riesgo la salud o el medio ambiente."*

*"Artículo 73.- En el caso de abandono de sitios contaminados con residuos peligrosos o que se desconozca el propietario o poseedor del inmueble, la Secretaría, en coordinación con las entidades federativas y los municipios, podrá formular y ejecutar programas de remediación, con el propósito de que se lleven a cabo las acciones necesarias para su recuperación y restablecimiento y, de ser posible, su incorporación a procesos productivos."*

Cabe destacar que dentro del Programa de Manejo de Residuos, en específico para el manejo de residuos peligrosos, se contratará a una empresa especializada para la recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final, en el cual se evitará con ello el abandono o inadecuada disposición de los residuos que conlleva a evitar sitios contaminados por residuos peligrosos.

De lo antes expuesto, se concluye que el proyecto es vinculante con esta Ley, ante la necesidad de cumplir con todas y cada una de las disposiciones establecidas en los artículos anteriormente mencionados, ya que en la generación de residuos peligrosos en sus diferentes etapas del proyecto, se llevará a cabo un manejo integral conforme a la Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos.

### ***III.2.1.4 Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento en la Transmisión Energética.***

A continuación se citan los artículos de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento en la Transmisión Energética que se vinculan con el proyecto en cuestión:

**Artículo 2o.-** *El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.*

*El Reglamento de esta Ley establecerá los criterios específicos de utilización de las distintas fuentes de energías renovables, así como la promoción para la investigación y desarrollo de las tecnologías limpias para su aprovechamiento.*

**Artículo 3o.-** *Para los efectos de esta Ley se entenderá por:*

**I. Comisión.-** *La Comisión Reguladora de Energía;*

**II. Energías renovables.-** *Aquellas reguladas por esta Ley, cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que se enumeran a continuación:*

- a)** *El viento;*
- b)** *La radiación solar, en todas sus formas;*
- c)** *El movimiento del agua en cauces naturales o artificiales;*
- d)** *La energía oceánica en sus distintas formas, a saber: maremotriz, maremotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;*
- e)** *El calor de los yacimientos geotérmicos;*
- f)** *Los bioenergéticos, que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, y*
- g)** *Aquellas otras que, en su caso, determine la Secretaría, cuya fuente cumpla con el primer párrafo de esta fracción;*

.....

De acuerdo a la naturaleza de la obras, en que se pretende el aprovechamiento de la energía solar para la conversión de energía eléctrica, mediante la instalación y operación de celdas fotovoltaicas, lo cual permite tipificar la obra o el proyecto como una actividad de aprovechamiento de fuente de energía renovable, como se define en el Artículo 3, fracción II, inciso b, de la Ley en comento, asimismo conlleva la utilización de tecnología limpias, ya que no habrá generación de emisiones a la atmósfera, como se da en la producción de energía eléctrica mediante procedimientos convencionales, por ejemplo en la utilización de combustibles fósiles.

### **III.2.2 Reglamentos**

#### ***III.2.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y a Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto ambiental.***

El Reglamento en cita se vincula con el proyecto, en cuanto a la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental y su debido procedimiento, así como a la prevención del deterioro ambiental que podría ser ocasionado por el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas. Por lo que, se tiene lo siguiente:

*“Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:*

#### ***K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:***

.....

*IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.*

#### ***O) CAMBIO DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONA ÁRIDAS:***

*...”*

El proyecto se vincula con el artículo en cita, por tratarse de una actividad dentro del sector de la industria eléctrica, así como el cambio de uso de suelo de áreas forestales,

ya que para el aprovechamiento de superficie, será necesaria la remoción de vegetación forestal, por tal motivo se invocan los incisos, K y O, del artículo 5 del Reglamento en cita:

**“Artículo 44.** *Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:*

A) *Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;*

II. *La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y*

A) *En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*

El proyecto se ajusta a los artículos en cita, en virtud de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la cual ha sido presentada ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para su evaluación correspondiente y con ello, obtener la autorización en materia de impacto ambiental, así como el cambio de uso de suelo, por ser el impacto más relevante.

### **III.2.2.2 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.**

El presente Reglamento es aplicable al proyecto, ya que se pretende llevar a cabo el cambio de uso, en consecuencia el proyecto estará sujeto a lo siguiente:

**Artículo 120.** *Para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:*

I. *Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;*

II. *Lugar y fecha;*

III. *Datos de ubicación del predio o conjunto de predios, y*

IV. *Superficie forestal solicitada para el cambio de uso del suelo y el tipo de vegetación por afectar.*

*Junto con la solicitud, deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad debidamente inscrita en el registro público que corresponda o en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio de uso de suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.*

El proyecto no podrá realizar ninguna obra y actividad inherente al mismo hasta en tanto no cuente con la autorización correspondiente en material de cambio de uso de áreas forestales por parte de la autoridad correspondiente, por lo tanto deberá ajustarse al artículo en cita y demás aplicables, tales como el Artículo 121 en el que definen los requerimientos para la presentación del Estudio Técnico Justificativo.

### ***III.2.2.3 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.***

Este reglamento se vincula con el proyecto en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos en sus diferentes etapas de desarrollo del proyecto como son la etapa de preparación y construcción del sitio, operación y mantenimiento.

De la Identificación de Residuos Peligrosos, se establece lo siguiente:

***“Artículo 39.-*** Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquella será peligrosa.

*Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.”*

***“Artículo 40.-*** La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera. Sección III Reutilización, reciclaje y co-procesamiento.”



**"Artículo 87.-** Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos."

Es necesario mencionar que durante el desarrollo del proyecto, se llevará a cabo un Programa de manejo integral de residuos peligrosos, en el que se contempla desde la identificación, separación, envasado, almacenamiento, transporte y recolección, hasta el tratamiento, disposición final y/o confinamiento de los residuos peligrosos que puedan ser generados. Lo anterior, con la finalidad de dar cumplimiento a lo estipulado en el Reglamento en comento.

### III.2.3 Normas Oficiales Mexicanas.

Con base en las diferentes obras y/o actividades que con lleva la realización del proyecto propuesta y de acuerdo a la naturaleza y alcances del mismo, es necesario el análisis a partir de la normatividad aplicable, mismo que se presenta a continuación:

**Tabla III. 1** Vinculación del proyecto con respecto a la Normatividad ambiental aplicable.

Norma Oficial Mexicana (NOM)	Vinculación con el Proyecto
 <b><u>En materia de Agua</u></b> <b>NOM-001-SEMARNAT-1996</b> <i>Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</i>	En la operación del proyecto no habrá generación de aguas residuales, en consecuencia no habrá descargas de aguas residuales en cuerpos de aguas. Únicamente en la etapa constructiva, la generación de aguas residuales serán de tipo sanitario, lo cual se contratará a una empresa especializada para la colocación de sanitarios portátiles, quién será responsable del manejo y disposición final de residuos líquidos conforme a la normatividad aplicable.
 <b><u>En Materia de Residuos</u></b> <b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b>	En materia de residuos, es importante señalar que

*Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. (DOF. 23-Jun-2006).*

se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, en el que se contemplan actividades de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos, el proyecto cumplirá con lo señalado en los artículos aplicables de la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos y su respectivo reglamento.

**NOM-054-SEMARNAT-1993**

*Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos (DOF. 22-Oct-1993).*

En lo que respecta al manejo de residuos peligrosos, de conformidad a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos, el proyecto que nos ocupa, se considera como un microgenerador de residuos peligrosos, tales como, los residuos líquidos de aceites provenientes de la maquinaria utilizada durante el proceso constructivo del proyecto, entre otros, por lo que, se dará cumplimiento a los lineamientos establecidos en esta Ley con un Programa de manejo de residuos que contemplen actividades tales como envasado, almacenamiento, recolección y transporte, así como tratamiento y/o disposición final de los residuos.

Asimismo, se dará cumplimiento a las normas oficiales mexicanas para la identificación y caracterización de los mismos, así como el manejo de los residuos de acuerdo a la incompatibilidad conforme a las normas en cita.



**En Materia de Suelo y Subsuelo**

**NOM-138-SEMARNAT-SS-200**

*Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. (DOF. 29-Mzo-05).*

En particular, en las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se llevarán a cabo, las precauciones y las medidas de seguridad a fin de evitar algún derrame de hidrocarburos tales como gasolina, diesel, aceites, etc., al suelo, debido al manejo de maquinaria y equipo. En caso de derrame, se deberá proceder de inmediato con la remediación correspondiente a través de una empresa competente que cuente con la tecnología adecuada para ello, y en consecuencia la aplicación de la norma en cita.



**En Materia de Flora y Fauna**

**NOM-059-SEMARNAT-2010**

*Protección ambiental-Especies nativas de México*

**En la caracterización ambiental del sitio de acuerdo a la presente MIA, en el Capítulo IV, se**



de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.

presentan las especies incluidas en esta norma, como es el caso de vegetación, con la especie *Lophocereus schotti*, de la familia Cactaceae, sujeta a protección especial, así como en el caso de fauna, algunos reptiles como *Callisaurus draconoides* y *Uta stansburiana* como especies amenazadas, registradas dentro del predio, particularmente en el caso del proyecto, previo al inicio de la preparación del sitio y construcción del proyecto, se aplicarán programas de rescate de especies de flora y fauna silvestres listadas en esta norma, asimismo, se contempla su respectivo seguimiento durante las etapas del proyecto.



#### **En Materia de Emisiones a la atmósfera**

##### **NOM-041-SEMARNAT-2006**

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

##### **NOM-044-SEMARNAT-1993**

Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.

##### **NOM-045-SEMARNAT-1996**

Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.

El proyecto se caracteriza por la utilización de tecnologías limpias dentro del sector energético, por tal motivo en su etapa operativa del proyecto no habrá generación de emisiones a la atmósfera. Sin embargo, en la etapa de construcción, las actividades de movimiento de maquinaria y transporte de equipo y vehículos dentro del predio, se generarán emisiones a la atmósfera de manera temporal. Se tomarán las medidas necesarias previas de mantenimiento y verificación de los vehículos utilizados con objeto de ajustarse con los parámetros establecidos en estas Normas.



#### **En materia de Ruido**

##### **NOM-080-SEMARNAT-1994**

Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.

Como se indicó con anterioridad, el desarrollo del proyecto pretende la instalación de tecnología limpia para la generación de energía eléctrica. Este proyecto presenta las bondades, en las que no habrá emisiones de ruido en la etapa operativa. Sin embargo en la etapa constructiva, la generación de ruido será de manera temporal, debido al movimiento y operación de equipo y maquinaria, para ello se vigilará el cumplimiento de los límites máximos permisibles.

### III.3 Áreas Naturales Protegidas.

Las Áreas Naturales Protegidas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial y las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, su reglamento, el programa de manejo y los programas de ordenamiento ecológico. Están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, según categorías establecidas en la Ley. La Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra actualmente 150 áreas naturales de carácter federal que representan más de 17.8 millones de hectáreas.

En la lista oficial del SINAP y dentro de alguna de las categorías de protección definidas como tales por la LGEEPA, particularmente se incluyen 3 Áreas Naturales Protegidas en el estado de Sonora, las cuales se refieren a continuación.

**Tabla III. 2** Áreas Naturales Protegidas de competencia Federal en el Estado de Sonora.

Año	Nombre	Superficie (ha)	Registro	Fecha D.O.F
2000	Reserva de la Biosfera El Pinacate y Gran Desierto de Altar, Sonora	714,557	SINAP 006	07 de junio de 2000
2002	Reserva de la Biosfera San Pedro Mártir, Sonora	30,165	SINAP 043	27 de noviembre de 2002
2002	Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Alamos-Río Cuchujaqui, Sonora	92,890	SINAP 047	27 de noviembre de 2002

Por contar solo con información parcial de algunos de los criterios establecidos, la CONANP ha condicionado el registro del Área de Protección de Flora y Fauna "Islas del Golfo de California" de los estados de BC, BCS, y Sonora, así como de la Reserva Forestal Nacional Sierra de los Ajos, Buenos Aires y la Púrica, Sonora, por lo cual no han sido registradas en esa condición por el SINAP.

Para los fines de la verificación correspondiente se realizó un análisis georeferenciado de las áreas naturales protegidas referidas, mediante sistema de información geográfica contra la cartografía oficial, lo que permitió identificar que el predio del proyecto, motivo de esta Manifiestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, así como el Sistema Ambiental Regional (SAR) correspondiente, no quedan incluidos dentro de la poligonal envolvente de ninguna de las Áreas Naturales Protegidas referidas, tal y como se aprecia en la Figura III.1.

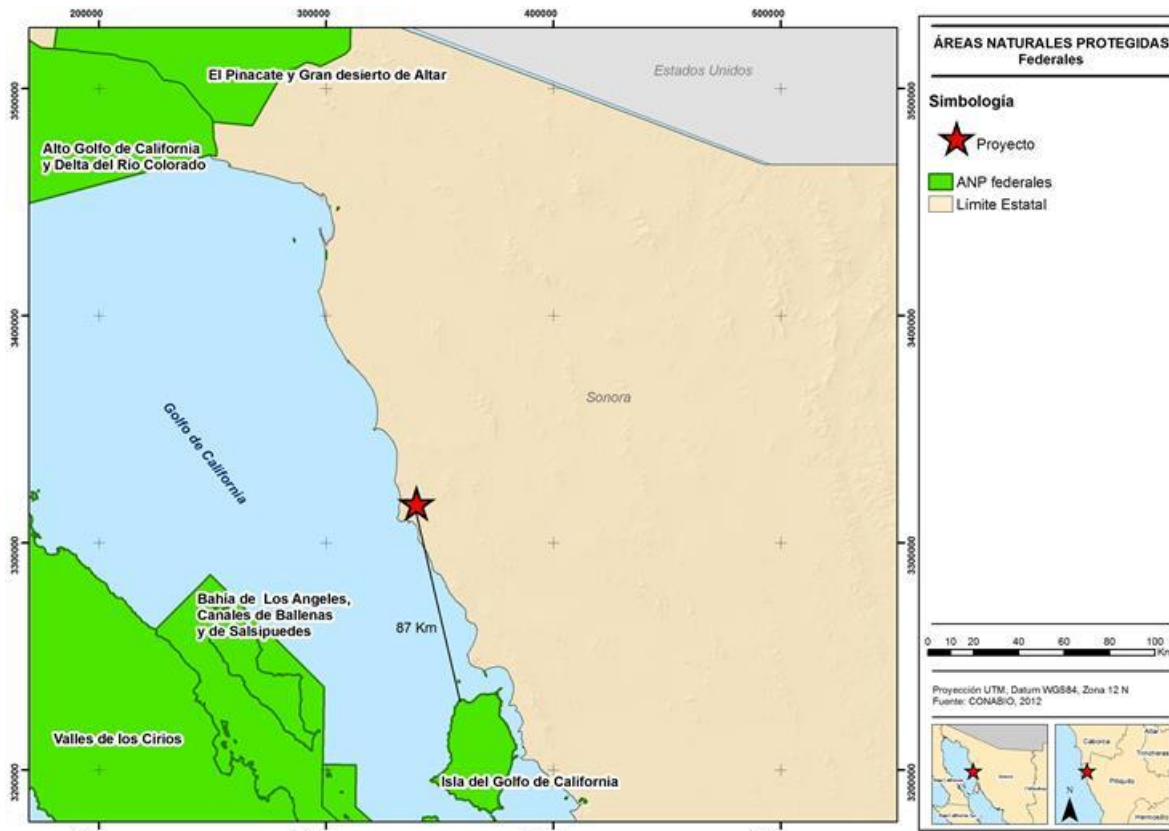


Figura III.1 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas Federales.

En el ámbito Estatal, las áreas naturales protegidas dentro del Estado de Sonora, son **El Sistema de Presas "Abelardo Rodríguez Luján- El Molinito"** y **Arecechi Cerro "Las Conchas"**, en el caso de la primera área natural protegida citada, el predio se encuentra a una distancia de 191 km aproximadamente (Ver Figura III.2).

Manifiestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

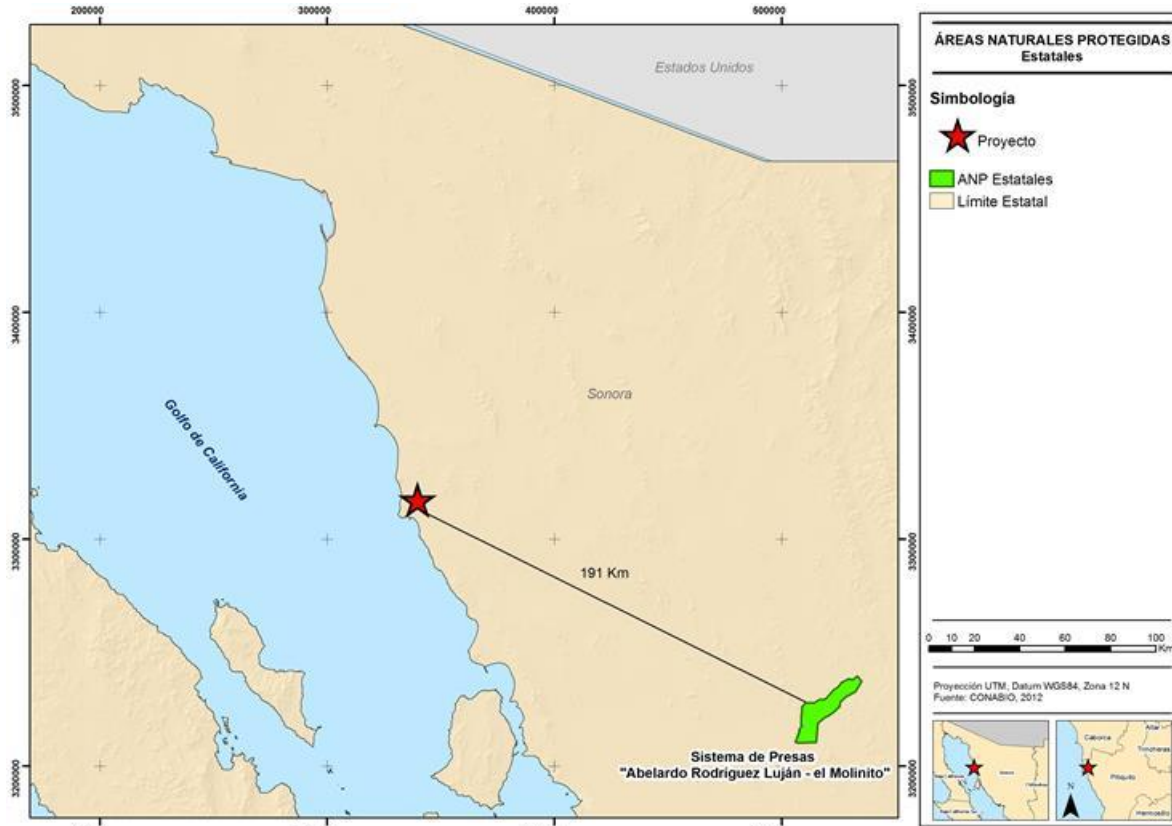


Figura III.2 Ubicación del proyecto con respecto a las Áreas Naturales Protegidas Estatales.

Derivado de lo anterior, dada la ubicación del predio, finalmente el proyecto no se ubica dentro de algún área natural protegida de competencia estatal y federal anteriormente citada. En consecuencia no existe relación ni jurídica ni ambiental con respecto a las áreas naturales protegidas en cita.

### III.4 Sitios Ramsar

Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, conocida también como Convenio RAMSAR fue firmada en la ciudad de Ramsar (Irán) el 2 de febrero de 1971 y entró en vigor en 1975. México se adhirió a este Convenio en 1986. Instrumento que no forma parte del sistema de convenios y acuerdos sobre medio ambiente de las Naciones Unidas.

El énfasis inicial de la Convención fue la conservación y el uso racional de los humedales sobre todo como hábitat de aves acuáticas, sin embargo, con los años la Convención ha ampliado su alcance hasta abarcar la conservación y el uso racional de los humedales en

todos sus aspectos, reconociendo que los humedales son ecosistemas extremadamente importantes para la conservación de la biodiversidad y el bienestar de las comunidades humanas.

Este acuerdo internacional es el único de los modernos convenios en materia de medio ambiente que se centra en un ecosistema específico, los humedales, y aunque en origen su principal objetivo estaba orientado a la conservación y uso racional en relación a las aves acuáticas, actualmente reconoce la importancia de estos ecosistemas como fundamentales en la conservación global y el uso sostenible de la biodiversidad, con importantes funciones (regulación de la fase continental del ciclo hidrológico, recarga de acuíferos, estabilización del clima local), valores (recursos biológicos, pesquerías, suministro de agua) y atributos (refugio de diversidad biológica, patrimonio cultural, usos tradicionales).

Actualmente son 112 sitios Ramsar en México, en 27 Estados con una superficie superior a los 8, 000, 000 ha (4.13% del territorio nacional), de los cuales 60 sitios Ramsar son AP Federales abarcando poco más de 5 millones de hectáreas. Se incluyen, entre otros tipos de humedales, manglares, pastos marinos, humedales de alta montaña, arrecifes de coral, oasis, sistemas cársticos y sitios con especies amenazadas.

Particularizando, en la zona de estudio el predio no se encuentra inmerso dentro de ningún Sitio Ramsar ni sus posibles áreas de influencia en caso de existir éstas, como se muestra en la siguiente imagen. Lo más cercana al proyecto, se encuentra el Sitio denominado “**Canal del Infernillo y esteros del territorio Comcaac (Xepe Coosol)**” una distancia de 75 km, el cual no tendrá injerencia alguna.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

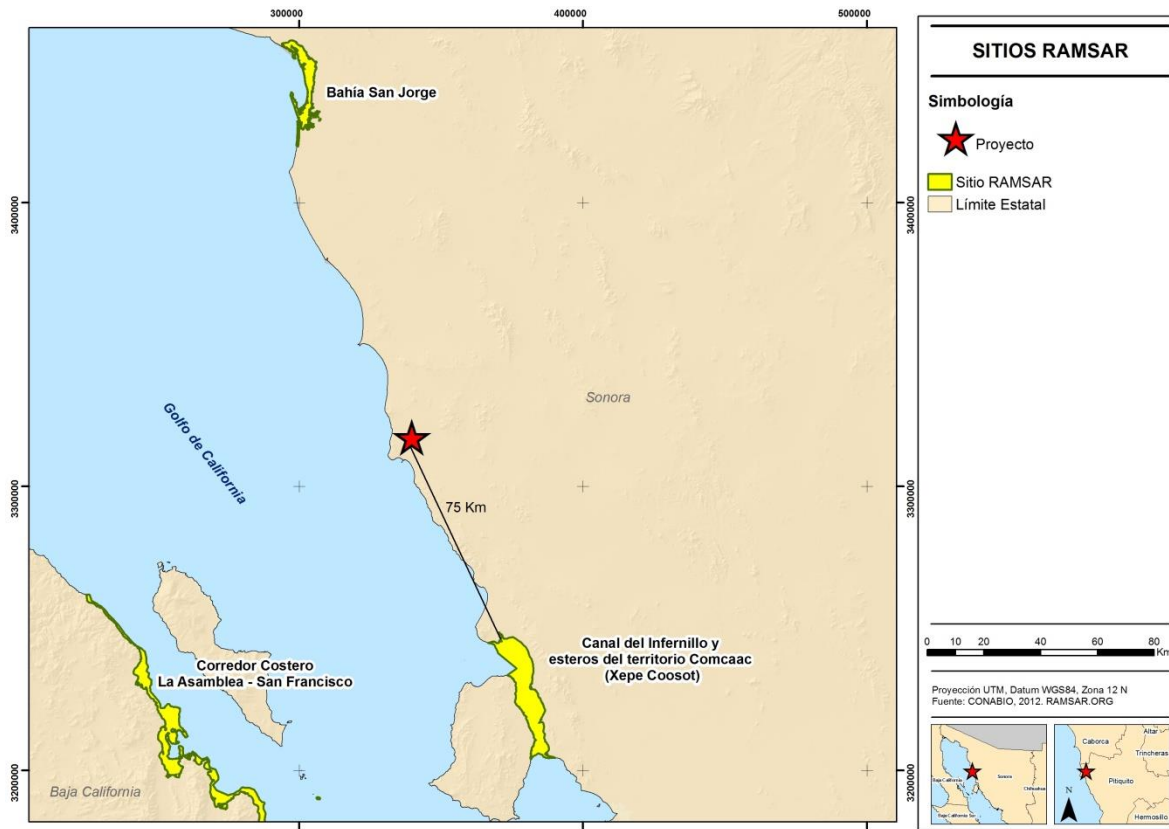


Figura III.3 Ubicación del proyecto con respecto a los Sitios Ramsar.

### III.5 Instrumentos de Planeación.

En esta sección, se realiza la revisión y el análisis de los diferentes instrumentos de planeación y se describe el grado de concordancia del proyecto con respecto a las políticas regionales de desarrollo social, económico y ambiental contempladas en los siguientes instrumentos de planeación y ordenamiento del territorio, que son aplicables al sitio donde se pretende llevar a cabo dicho proyecto:

- Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.
- Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015.
- Programa de Desarrollo Urbano o Plan Municipal de Desarrollo del Municipio Pitiquito.
- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora.

### III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

El Plan Nacional de Desarrollo, expone la ruta que el Gobierno de la República se ha trazado para contribuir, de manera más eficaz, a que todos juntos podamos lograr que México alcance su máximo potencial, para lograrlo estableció metas Nacionales. Asimismo, se presentan estrategias Transversales para Democratizar la Productividad, para alcanzar un Gobierno Cercano y Moderno, y para tener una Perspectiva de Género en todos los programas de la Administración Pública Federal.

El Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 proyecta, en síntesis, hacer de México una sociedad de derechos, en donde todos tengan acceso efectivo a los derechos que otorga la Constitución.

Traza los grandes objetivos de las políticas públicas y se establece las acciones específicas para alcanzarlos. Se trata de un plan realista, viable y claro para alcanzar un:

- México en Paz,
- México Incluyente,
- México con Educación de Calidad,
- México Próspero y
- México con Responsabilidad Global.

Se impulsa un federalismo articulado, partiendo de la convicción de que la fortaleza de la nación proviene de sus regiones, estados y municipios. Asimismo, promueve transversalmente, en todas las políticas públicas, como ya lo mencionamos anteriormente tres estrategias: Democratizar la Productividad, consolidar un Gobierno Cercano y Moderno, así como incorporar la Perspectiva de Género.

Se incluye por primera vez dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, indicadores que reflejen la situación del país en relación con los temas considerados como prioritarios para darles puntual seguimiento y conocer el avance en la consecución de las metas establecidas y, en su caso, hacer los ajustes necesarios para asegurar su cumplimiento.

El proyecto se relaciona con la meta “Un México Próspero” que a continuación los vinculamos con sus objetivos estrategias y líneas de acción.

**Tabla III.3.** Estrategias establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo y aplicables al proyecto.

<b>Estrategias definidas en el Plan</b>	<b>Vinculación del proyecto</b>
---	---------------------------------

**Objetivo 4.4.** *Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.*

El proyecto se vincula con el objetivo en cita, toda vez que con la implementación de tecnologías limpias en la producción de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de energías renovables, impulsará el crecimiento verde y promueve la preservación del patrimonio natural, ya que al mismo tiempo generará competitividad y empleo.

**Estrategia 4.4.3.** *Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.*

El proyecto se vincula con la estrategia en cita, en virtud de la utilización de tecnologías limpias como son las celdas fotovoltaicas para la generación de energía eléctrica, debido a que no habrá emisiones a la atmósfera y esto fortalecerá a la política nacional de cambio climático.

<b>Líneas de acción</b>	
-------------------------	--

Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.

El proyecto que corresponde al sector energético utilizará tecnologías con nula generación de contaminantes de efecto de invernadero, toda vez que se realizará el aprovechamiento de la energía solar para la conversión a energía eléctrica mediante celdas fotovoltaicas. De esta manera el proyecto es congruente con la línea de acción ya que se promueve la utilización de tecnología de alta eficiencia energética.

Contribuir a mejorar la calidad del aire, y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes, programas de movilidad sustentable y la eliminación de los apoyos ineficientes a los usuarios de los combustibles fósiles.

La operación del proyecto contribuirá de una manera contundente a minimizar las emisiones a la atmósfera, ya que en la producción de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de la energía solar, se hará de manera sustentable durante el desarrollo del proyecto.

**Objetivo 4.6.** *Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.*

Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.

El proyecto es congruente con lo indicado, en virtud de que se hará un aprovechamiento de una fuente renovable como es la energía solar, con la implementación de celdas fotovoltaicas, para la transformación a energía eléctrica.

Por lo antes expuesto, se visualiza que el proyecto es congruente con los objetivos y líneas de acción antes señaladas, dado el aprovechamiento de energías renovables, contribuye a frenar emisiones de compuestos de efecto invernadero, condición que impulsará y fortalecerá política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente.



### III.5.2 Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015.

El Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015 de Sonora, es un instrumento rector de la planeación del desarrollo que establece los lineamientos de política global, sectorial y regional en el estado.

La columna vertebral del instrumento en cita, la constituyen los *Ejes Rectores*, que destacan los grandes propósitos del desarrollo del nuevo Sonora y orientan el quehacer conjunto de la sociedad y el gobierno.

- ✓ Eje Rector 1: Sonora Solidario.
- ✓ Eje Rector 2: Sonora Saludable.
- ✓ Eje Rector 3: Sonora Educado.
- ✓ Eje Rector 4: Sonora Competitivo y Sustentable
- ✓ Eje Rector 5: Sonora Seguro
- ✓ Eje Rector 6: Sonora Ciudadano, Democrático y Municipalista.

Los *Ejes Rectores* establecen acciones transversales que comprenden los ámbitos económico, social, cultural, político, ambiental, de administración pública, de gobierno, de participación ciudadana, y que componen un proyecto integral en virtud del cual cada acción contribuye a sustentar las condiciones bajo las cuales se logran los objetivos estatales.

Las estrategias que derivan del **Eje rector 4. Sonora competitivo y sustentable**, en algunas de ellas son vinculantes con la ejecución del proyecto, tales como:

- ***Estrategia 4.3. Compromiso con el futuro.***
- ***Estrategia 4.4. Innovar para crecer.***

En la siguiente tabla, se presenta la vinculación del proyecto con respecto a las estrategias aplicables.

**Tabla III.4** Estrategias establecidas en el Plan Estatal de Desarrollo y aplicables al proyecto.

<b>Estrategias definidas en el Plan</b>	<b>Vinculación del proyecto</b>
	<b><i>Estrategia 4.3. Compromiso con el futuro.</i></b>
	<b><i>Impulsar el desarrollo económico y social con responsabilidad ambiental y con compromiso hacia las</i></b>

***nuevas generaciones.”***

4.3.3. Impulsar el manejo sustentable de los recursos naturales a través de proyectos productivos.	El proyecto impulsa el manejo sustentable de recursos naturales como es el aprovechamiento de la energía solar para la transformación a energía eléctrica.
4.3.6. Fomentar la participación del sector privado en la incorporación de prácticas de ecoeficiencia en sus actividades productivas y en el desarrollo de la infraestructura ambiental.	El proyecto ofrece un proceso productivo sustentable, con beneficios económicos y ambientales, ya que consiste en la implementación y operación de celdas fotovoltaicas
4.3.8. Evaluar los impactos, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en diferentes sectores socioeconómicos y sistemas ecológicos de Sonora.	El proyecto representa uno de los retos más importantes, para combatir el cambio climático, ya que el aprovechamiento de la energía solar para la transformación a energía eléctrica, es considerado como energía limpia, en el cual no habrá generación de emisiones a la atmósfera. En consecuencia, ante el compromiso ambiental del proyecto, previo a su ejecución, se han evaluado los impactos ambientales, mismo que se abordan en el Capítulo V de la presente MIA-R.

***Estrategia 4.4. Innovar para crecer.***

***Potenciar en la base empresarial, el desarrollo de la innovación tecnológica y el emprendimiento.***

4.4.1. Promover a la innovación tecnológica como mecanismo fundamental para el desarrollo empresarial.	La tecnología utilizada por el proyecto permite además de promover el desarrollo en el sector energético, conlleva la implementación de mecanismo como parte del desarrollo empresarial.
--	--

De lo anterior, se concluye que el proyecto es congruente con las estrategias definidas por el Plan Estatal de Desarrollo 2009-2015, en virtud que el proyecto impulsa una alternativa tecnológica que ofrece un proceso productivo sustentable, con beneficios económicos y ambientales, favoreciendo a que el Estado de Sonora sea líder en generación de empleos, crecimiento sostenido y desarrollo económico sustentable a través del desarrollo tecnológico y de la innovación que incrementen la competitividad de las unidades económicas y generen un entorno atractivo y facilitador de negocios.

### **III.5.3 Programa de Desarrollo Urbano o Plan Municipal de Desarrollo del Municipio de Pitiquito.**

Actualmente la administración 2012-2015 del H. Ayuntamiento Pitiquito, del Estado de Sonora, carece de un Programa de Desarrollo Urbano como instrumento de planeación, asimismo, el Plan Municipal de Desarrollo correspondiente a la presente administración no se encontró disponible en red.

Cabe destacar que el Centro de Población Puerto Libertad, cuente con un programa de Desarrollo Urbano publicado en el Boletín oficial del Gobierno del Estado de Sonora el 16 de diciembre de 2004, correspondiente a la Administración 2003-2006, sin embargo actualmente el instrumento de planeación urbano no es vigente.

### III.5.4 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Ordenamiento Ecológico es un instrumento de la política ambiental, el cual se define como un proceso de planeación cuyo objetivo es regular o inducir el uso de suelo y las actividades productivas a fin de proteger el medio ambiente, preservar los recursos naturales y lograr el aprovechamiento sustentable de ellos, todo esto a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento.

El programa de ordenamiento ecológico está integrado por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

#### **Regionalización Ecológica**

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **unidades ambientales biofísicas (UAB)**.

Las **políticas ambientales** (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo. Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas en función de la complejidad interior de la UAB, de su extensión territorial y de la escala. El orden en la construcción de la política ambiental refleja la importancia y rumbo de desarrollo que se desea inducir en cada UAB.

### **Lineamientos y estrategias ecológicas.**

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

Los lineamientos ecológicos planteados en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio:

- 1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.*
- 2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.*
- 3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.*
- 4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.*
- 5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.*
- 6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.*
- 7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.*

8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

De los lineamientos antes planteados, emane una gran diversidad de estrategias, de las cuales son aplicables al proyecto, aquellas que se incluyen dentro de la **Unidad Ambiental Biofísica (UAB) No. 8, Región 15.33**, de acuerdo a la ubicación del predio (Ver Figura III.4).

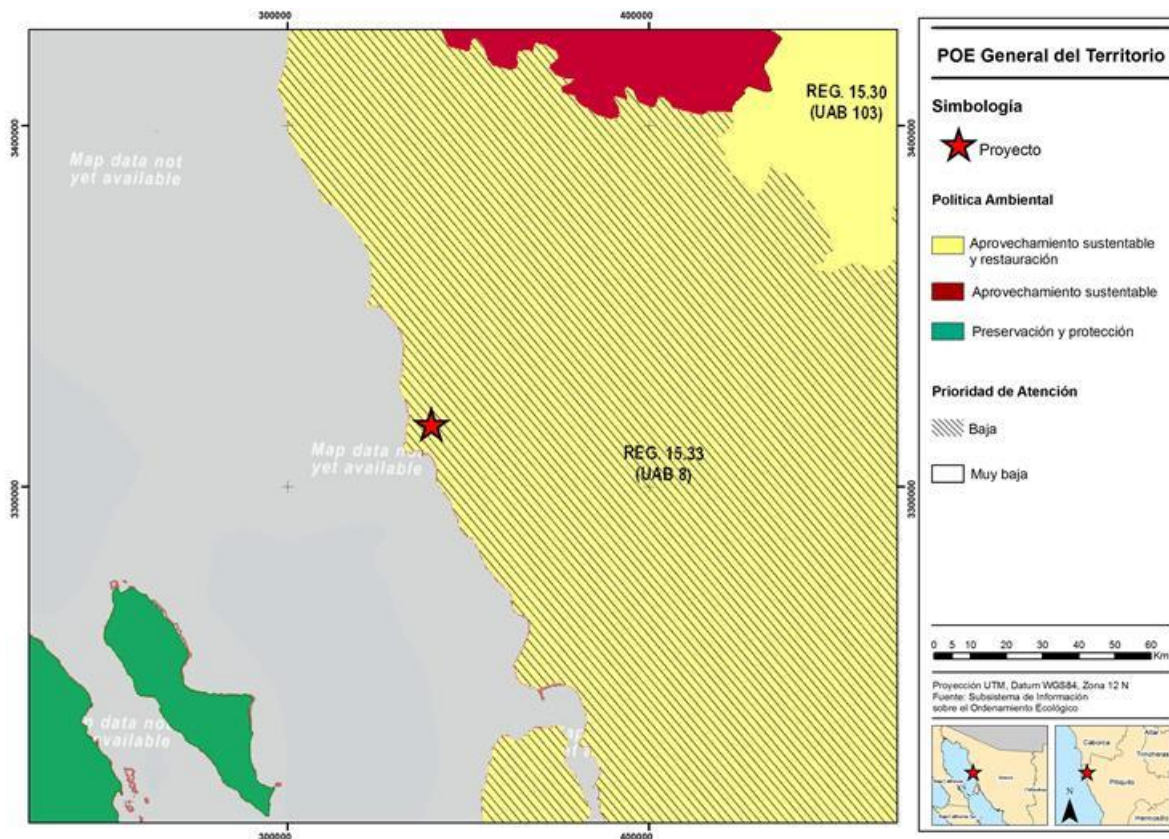


Figura III. 4 Ubicación del predio con respecto al POE General Territorial.

En la siguiente tabla, se incluyen las estrategias, políticas y los rectores, coadyuvantes y asociados del desarrollo que son aplicables al proyecto.

En las tablas subsecuentes se presenta la vinculación del proyecto con respecto a las políticas ambientales aplicables, así como las estrategias que de ellas emanen.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

**Tabla III.5** Política y estrategias establecidas para la UAB 8 Región 15.33.

Clave de la Región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Política ambiental	Estrategias
15.33	1	Sierras y Llanuras Sonorenses Occidentales	Preservación de flora y fauna Turismo	Minería	Industria	Aprovechamiento Sustentable y Preservación	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 21, 22, 23, 28, 29, 33, 37, 42, 44

**Tabla III.6** Vinculación de proyecto con respecto a las políticas ambientales asignadas a la UAB No. 8.

Definición de Políticas ambientales aplicables	Vinculación del proyecto
<b>Aprovechamiento sustentable.-</b> La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.	Para el desarrollo del proyecto se pretende hacer uso y aprovechamiento del recurso natural renovable como es la energía solar, propiciará que la producción de energía eléctrica mediante la instalación y operación de celdas fotovoltaicas, permita el aprovechamiento de recurso de manera sustentable. Aunado a la acciones de protección y conservación de flora y fauna, entre otros como el suelo, que se llevarán a cabo, permiten en su conjunto la continuidad funcional del ecosistema. Por lo que, se concluye que el proyecto es congruente con la política ambiental en cita.
<b>Recuperación.-</b> Conjunto de actividades tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. (LGEEPA, Artículos 3, fracción XXXIII).	Las acciones que conllevan el cambio de uso de suelo, repercuten de alguna manera los componentes ambientales de suelo y vegetación, para ella se han diseñado estrategias ambientales que conllevan a la recuperación de dichos componentes (ver Capítulo VI de la presente MIA-R) lo que hace congruente el proyecto con la política ambiental de Recuperación aplicable.

**Tabla III.7** Vinculación de proyecto con respecto a las estrategias asignadas a la UAB No. 8.

Estrategias	Vinculación con las estrategias
<b>Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio</b>	
A) Preservación	<p>1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.</p> <p>2. Recuperación de especies en riesgo.</p> <p>3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y</p>
	El proyecto contempla acciones ambientales de protección y conservación de biodiversidad de fauna, evidentemente enfocados a especies bajo protección legal o en riesgo de conformidad a la normatividad en materia, todas ellas debidamente conformadas en un

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

	su biodiversidad.	<p>Programa ambiental (Ver Capítulo VI de la presente MIA-R).</p> <p>Aunado a lo anterior, se implementaran estrategias ambientales estructuradas en un Programa de Manejo Integral de Flora, en el que se incluyen acciones de rescate y reubicación de individuos, así como actividades de reforestación, lo que conlleva a la conservación del ecosistema que prevalece en el sitio del proyecto. Otra de las estrategias a implementar es un contempla un Programa de Manejo Integral de Fauna, que incluye acciones de rescate y reubicación de fauna terrestre, lo que conlleva a la protección y conservación de dichas especies.</p> <p>Una vez rescatadas y reubicadas dichas especies, serán monitoreadas con objeto de dar seguimiento a la supervivencia de dichas individuos. Esto conlleva a la sustentabilidad ambiental del proyecto entorno al ecosistema que pretende desarrollarse y permite la congruencia del proyecto con respecto a las estrategias citadas.</p>
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	<p>En particular, el proyecto contempla el aprovechamiento del recurso natural de la energía solar para la generación de energía eléctrica, esto que conlleva a la definición del aprovechamiento de energías renovables y limpias, por lo que el proyecto es congruente con la estrategia en comento.</p> <p>Se destaca que no habrá aprovechamiento de especies de flora y fauna.</p>
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	<p>La estrategia en cita, no le es aplicable al proyecto que nos ocupa. No se contemplan actividades de esa índole.</p>
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	<p>La estrategia en cita, no le es aplicable al proyecto que nos ocupa, ya que no se contemplan actividades de tipo agrícola.</p>
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	<p>No habrá aprovechamiento de recursos forestales, en consecuencia la estrategia no es aplicable.</p>
	8. Valoración de los servicios ambientales.	<p>Dentro de los servicios ambientales a considerar, tales como la captura de carbono, de contaminantes y componentes naturales; la modulación o regulación climática; la</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

		protección de la biodiversidad, de los ecosistemas y formas de vida; la protección y recuperación de suelos; el paisaje y la recreación, entre otros, la empresa promotora consiente del compromiso ambiental, durante el desarrollo del proyecto, se implementarán acciones ambientales, que permitan la conservación y protección del ecosistema y sus recursos naturales, y por ende los servicios ambientales que estos nos brinda.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	La sinergia en la ejecución de las acciones ambientales manifestadas en el Capítulo VI de la presente MIA-R, conducen a la protección y conservación del ecosistema que prevalece en el sitio del proyecto, donde dichas acciones están diseñadas y estructuras bajo esquemas de Programas ambientales que permiten a su vez la protección de los recursos naturales, lo que conlleva la congruencia del proyecto con la estrategia planteada.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto es congruente con la estrategia en cita, toda vez que se llevaran acciones de restauración y conservación de suelos, lo anterior como medida compensatoria ante el cambio de uso de suelo de áreas forestales que se pretende realizar, para la superficie a ocupar en la instalación y operación del proyecto.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	La estrategia en cita, no le es aplicable al proyecto. No habrá aprovechamiento de recursos no renovables.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	La estrategia en cita, no le es aplicable al proyecto, ya que no se contemplan actividades de minería.
	16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e	La estrategia en cita, no le es aplicable al proyecto. No se contemplan actividades de esa índole.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

	internacional.	
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	La estrategia en cita, no le es aplicable al proyecto, ya que no habrá actividades relacionadas a la producción y manufactura.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica la estrategia en cita, por la naturaleza del proyecto no encuentra dentro del sector turístico.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No aplica la estrategia en cita, toda vez que el proyecto corresponde al sector energético.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No aplica la estrategia en cita, por la naturaleza del proyecto no encuentra dentro del sector turístico.
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
c) Agua y saneamiento	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	En particular para el desarrollo y operación del proyecto no se requiere del recurso del agua. Las estrategias en comento no aplican.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	
E) Desarrollo Social	33. Apoyar el desarrollo de capacidades para la participación social en las actividades económicas y promover la articulación de programas para optimizar la aplicación de recursos públicos que conlleven a incrementar las oportunidades de acceso a servicios en el medio rural y reducir la pobreza.	Las estrategias definidas en el ámbito social, no aplican al proyecto que nos ocupa. El proyecto corresponde al sector energético.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas	
<b>Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>		

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

---

A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	La estrategia en cita, No aplica al proyecto.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No aplican al proyecto las estrategias en comento. Corresponde a la autoridad local o estatal la planeación del ordenamiento territorial.

---

**Comentarios:**

Tal y como se indicó, el predio se ubica dentro de la **UAB No. 8**, cuyas políticas ambientales aplicables corresponde al **Aprovechamiento sustentable y Preservación**, de acuerdo a lo establecido por el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, se expuso que para la operación del proyecto se pretende hacer uso y aprovechamiento del recurso natural renovable como es la energía solar. Aunado a la sinergia por la ejecución del conjunto de medidas o acciones ambientales en su culminación, propiciarán la continuidad del funcionamiento del ecosistema, así como la conservación de las especies de flora y fauna, lo que permite que las obras y actividades que conforman el proyecto, sean congruentes con las políticas ambientales. En consecuencia, la producción de energía eléctrica que se pretende obtener, mediante la instalación y operación de celdas fotovoltaicas dentro del polígono de superficie indicado, permite el aprovechamiento de recurso de una manera sustentable.

En lo que respecta a las estrategias ambientales aplicables, de acuerdo a lo antes expuesto, se concluye que el proyecto es congruente con las estrategias en particular aquellas que destacan, como son las estrategias dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.

### III.5.5 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial es una alternativa para planear el desarrollo sustentable de la región costera de Sonora, por lo que es un instrumento que establece la Legislación Ambiental Mexicana para planificar y programar el Uso de Suelo y las actividades productivas en congruencia con la vocación natural del suelo, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y la protección de la calidad del ambiente.

En particular el *Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora* consiste en dos partes fundamentales, por un lado, el Modelo de Ordenamiento Ecológico, que se basa en la zonificación del Área de Ordenamiento Ecológico (AOE) y cuyo resultado son las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) y por otro lado, el Plan de Acción, que se conforma por los lineamientos, políticas, criterios de regulación y estrategias asociados a cada unidad de gestión ambiental.

#### ***Modelo de Ordenamiento Ecológico.***

Las Unidades de Gestión Ambiental se delimitaron con base en una zonificación aplicando la metodología del Levantamiento Fisiográfico (Quiñones, 1987). Asimismo, y considerando que la aptitud del suelo de una región dada, en materia de conservación puede tener características distintivas, como la existencia de una especie o alguna otra característica única, se incorporaron criterios ecológicos para resaltar áreas con mayor relevancia en la aplicación de las estrategias de manejo. Esta última operación se logró integrando las políticas ambientales en la zonificación.

De acuerdo con lo anterior, el predio donde se pretende el desarrollo del proyecto en cuestión, se encuentra ubicado dentro de la **Unidad de Gestión Ambiental No. 1**, con una política ambiental asignada de **Aprovechamiento**, tal y como se visualiza en la siguiente figura.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

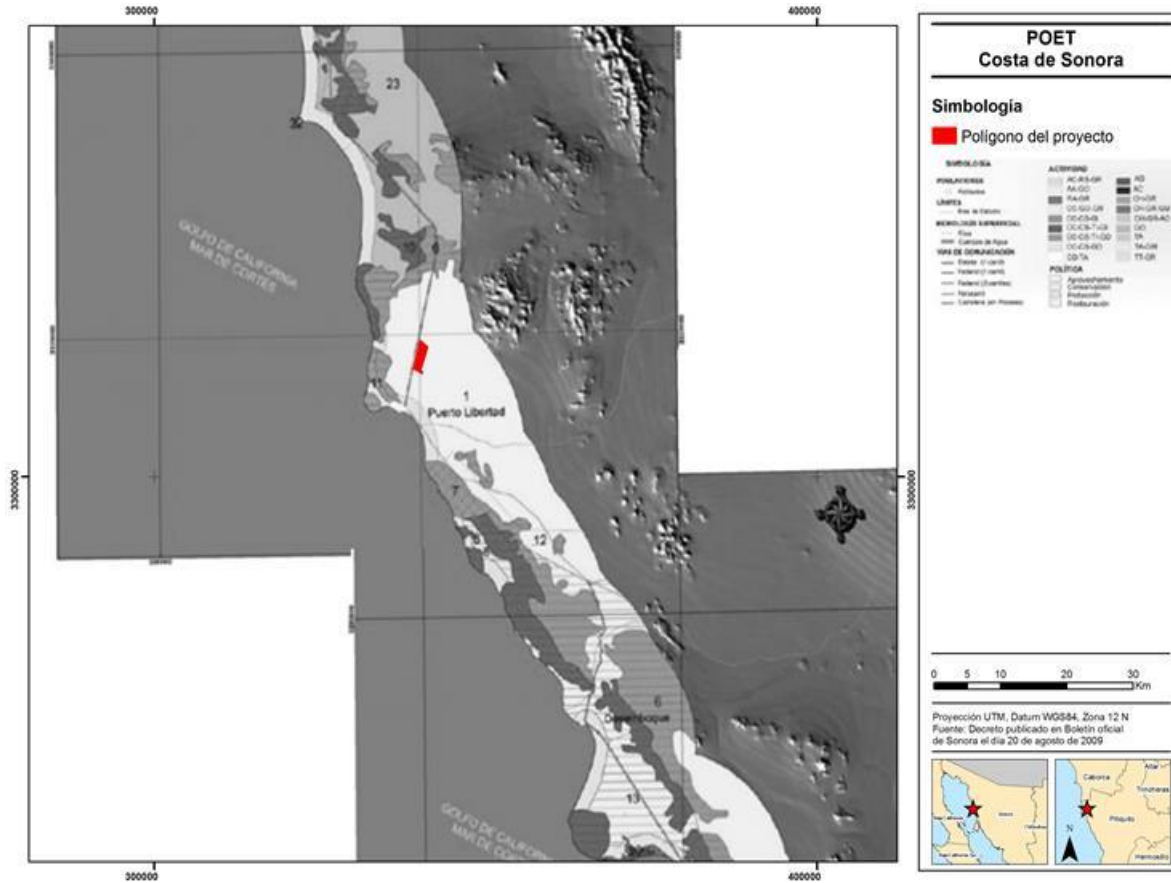


Figura III.5 Ubicación del proyecto con respecto al Programa Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora.

De conformidad a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico, la Matriz de políticas, lineamientos, criterios y estrategias ecológicas para la Unidad de Gestión Ambiental No. 1, se tiene lo siguiente:

Tabla III.8 Política, lineamientos, criterios y estrategias para la UGA 1.

UGA	Política Ambiental	Lineamiento Ecológico	Criterios de Regulación Ecológica.	Estrategia Ecológica
1	Aprovechamiento	Aprovechamiento sustentable en 46,367 ha para agricultura y actividades cinegéticas.	CRE-02, CRE-13, CRE-14, CRE-15, CRE-19 y CRE-20	AS-01, AS-02, AS-03 y GS-01, GS-02, GS-03, GS-04

A continuación se presenta la definición de política.

**Aprovechamiento Sustentable.-** Esta se asigna a aquellas áreas que por sus características son aptas para un uso o actividad económica, en forma tal que

*resulte eficiente, socialmente útil y no impacte negativamente el ambiente. Incluye áreas con uso de suelo actual.*

De acuerdo a la definición de la política asignada, el proyecto es congruente con lo establecido, en virtud de que la actividad que se pretende desarrollar, como es la producción de energía a través de fuentes renovables, en el caso del proyecto, en el que se llevará a cabo, el aprovechamiento de la energía solar para la conversión de energía eléctrica mediante la instalación y operación de celta fotovoltaicas, contribuye a desarrollar un país limpio y sostenible. La sociedad cada vez toma más conciencia de los beneficios tanto medioambientales como económicos que supone la generación de energía limpia, por ejemplo: proviene de una fuente inagotable como es el sol, no contamina, no produce emisiones de CO<sub>2</sub> u otros gases, no precisa de un suministro exterior, no consume combustible, ni necesita presencia de otros recursos como el agua o el viento, entre otras bondades, lo cual hace que la actividad no impacte negativamente al ambiente.

En el Programa de Ordenamiento Ecológico se sintetiza la información presentada en los Planos en donde se establecen las políticas y aptitudes del suelo para cada una de las Unidades de Gestión ambiental y que para el caso del proyecto resulta aplicable la **UGA 1** se especifica las siguientes aptitudes:

- Aptitudes para la UGA: **Acuicultura con Algas (AA) y Actividades Cinegéticas de Otros mamíferos y Aves residentes.**
- Aptitudes para la Barra: **Turismo Tradicional (TT) y Cinegético Aves Residenciales (GR).**

En el Ordenamiento Ecológico se establece para cada UGA, las políticas y aptitudes del suelo y que en particular para la **UGA 1**, se tiene:

**Tabla III.9** Aptitudes y política ambiental asignada a la UGA 1.

UGA	Aptitud	Superficie de la Unidad de Gestión Ambiental con respecto a la política ambiental asignada (ha)				Subtotal (ha)
		Aprovechamiento	Conservación	Protección	Restauración	
1	AA*-GO**	48,367.0				48,367.0

\* AA.- Acuicultura con Algas.

\*\*GO.- Actividades Cinegéticas de Otros mamíferos y Aves residentes

Como se podrá observar, aunado a la definición de la Política de Aprovechamiento, de conformidad con la aptitud para el uso de suelo que corresponde a la **UGA 1**, son permitidas las actividades de Acuicultura con Algas (AA) y Actividades Cinegéticas de Otros mamíferos y Aves residentes (GO), y para la Barra que se contempla dentro de la misma UGA, son permitidas las actividades de Turismo Tradicional (TT) y Cinegético Aves Residenciales (GR), siendo que la superficie aprovechable del proyecto, se excluye de esta Barra con las actividades de Turismo Tradicional (TT) y Cinegético Aves Residenciales (GR). En lo que respecta los Lineamientos Ecológicos, se han definido cuatro relacionados con el Aprovechamiento:

1. Producción acuícola.
2. Producción agrícola.
3. Aprovechamiento cinegético
4. Turismo.

Cabe destacar, que por la naturaleza de las obras y actividades que conforman el proyecto en cuestión, no se contemplan actividades entorno a la producción acuícola o agrícola, asimismo no se pretende el aprovechamiento cinegético, ni actividades relacionadas al turismo.

En la siguiente Tabla se describen los lineamientos aplicables a la política de Aprovechamiento, y por consiguiente la vinculación del proyecto.

**Tabla III.10** Vinculación del proyecto con respecto a los lineamientos ecológicos.

<b>Clave</b>	<b>Descripción del Lineamiento</b>	<b>Vinculación con el proyecto</b>
<b>AS</b>	Mejoramiento de 15,000 ha de granjas camaronícolas para el 2015.	No aplica el presente lineamiento. El proyecto no contempla actividades de esa índole.
<b>RS</b>	Uso eficiente del agua en 170,000 ha agrícolas con la finalidad de proveer gasto ecológico a humedales costeros y continentales para el 2015.	El proyecto no contempla el uso de agua dentro de la conversión de energía.
<b>GS</b>	Incremento de las poblaciones de las especies cinegéticas importante y obtener mejores tasas de aprovechamiento en forma racional y sustentable para el 2015.	El proyecto no pretende el aprovechamiento cinegético.
<b>TS</b>	Mejoramiento de los estándares de construcción en los sitios aptos para el Turismo tradicional e inmobiliario para el 2009	En el desarrollo del proyecto no habrá actividades de tipo turísticas.

Los criterios de regulación ecológica se han tipificado como aspectos generales o específicos que norman los diversos usos del suelo en el área de ordenamiento e incluso de manera específica a nivel de las distintas unidades de gestión ambiental.

En consecuencia, para el aprovechamiento sustentable en la Costa de Sonora, se tienen los siguientes criterios ecológicos aplicables a la UGA No. 1, los cuales se vinculan al proyecto.

**Tabla III.11** Vinculación del proyecto con respecto a los Criterios de regulación ecológica.

Clave	Criterio	Vinculación
<b>CRE-02</b>	Se prohíbe modificar los regímenes naturales de flujo de agua dulce hacia los ecosistemas	<p>Para comprender el régimen natural de flujo de agua en la zona del proyecto, se llevó a cabo la caracterización hidrológica, en el que se ha realizado un análisis de la hidrología fluvial (Ver Capítulo IV de la presente MIA-R). Como resultado del análisis realizado en el tema en comento, se tiene que las microcuencas A, B, C y D presentan una corriente principal, que casi siempre se conforma desde la zona funcional alta de dichas microcuencas. Estas corrientes o escurrimientos principales recorren en casi toda su longitud a las microcuencas y a su paso colectan los escurrimientos incipientes que se forman en la planicie divergente y descargan directamente hacia el mar sin establecer interacción entre ellas. Esto es, las microcuencas se encuentran paralelas entre sí y la red de drenaje al interior de cada una de ellas es independiente, de tal manera, que las microcuencas no interactúan entre sí por lo que el intercambio de energía, materia e información es independiente en cada una de ellas.</p> <p>La microcuenca de mayor extensión es la Microcuenca A la cual contribuye con un 49.72% mientras que la de menor tamaño es la microcuenca E con una superficie de captación de 2,080.58 Has.</p> <p>El predio del proyecto se ubica en las Microcuencas A y B; en la microcuenca A, el predio ocupa una superficie de 134.94 has, es decir, un 0.49% de la superficie total de la microcuenca A (Ver figura III.6). En el caso de la microcuenca B, el predio del proyecto ocupa una superficie de 487.97 Has, es decir, un 9.09% de la superficie total de la microcuenca B.</p> <p>Con respecto a los escurrimientos presentes en el área del predio del proyecto, para la microcuenca A sólo se existe una corriente de 2º orden, la cual atraviesa en el sector noroeste del predio (Ver figura III.7). Mientras que en la Microcuenca B, al interior del predio se desarrollan tres escurrimientos (según la cartografía hidrológica de INEGI, escala 1:50,000) todos ellos de primer orden, por lo que el caudal que presentan en temporada de lluvias, es escaso.</p>

Ahora bien, se propone la instalación de las celdas fotovoltaicas respetando los flujos hidrológicos Evitando en todo momento el desarrollo del drenaje fluvial (Ver Figura III.8).

La propuesta en la ubicación de las celdas fotovoltaicas se considera en función de que los escurrimientos no sean interrumpidos, por lo cual no se afectará el régimen hidráulico de las corrientes superficiales, y los escurrimientos de una cuenca a otra, tampoco serán perturbados por lo que estas obras ubicadas de acuerdo con la topografía existente, se garantiza que los cauces continúen descargando hacia los ecosistemas presentes y directamente en el Golfo de California. Aunado a lo anterior, se llevará a cabo estrategias como medidas de mitigación como es el **Programa de Manejo de Flujos Hidrológicos**, a fin de mantener los regímenes naturales de flujo o en caso como atenuar el posible impacto identificado como modificación de los patrones naturales de drenaje superficial (Ver Capítulo VI).

De lo anterior, se concluye que el proyecto se ajusta al presente criterio, por lo que se mantendrán los regímenes naturales de flujo de agua dulce hacia los ecosistemas.

<b>CRE-13</b>	Se Prohíbe el vertimiento de residuos sólidos y líquidos a los sistemas lagunares	En el desarrollo del proyecto, se llevará a cabo un Programa de manejo integral de residuos, el cual contempla el manejo de residuos sólidos y líquidos de conformidad a la legislación y normatividad aplicable (Ver Capítulo VI de la presente MIA-R), por lo que no habrá vertimiento de residuos a sistemas lagunares.
<b>CRE-14</b>	Se prohíbe la extracción de agua de cuerpos lagunares.	En la ejecución del proyecto, no se realizará la extracción de agua de cuerpos lagunares.
<b>CRE-15</b>	Se prohíbe la disposición de aguas residuales a humedales con manglar.	Al respecto, cabe destacar que no existe vegetación de mangle en el área de proyecto que pueda verse afectada y la zona de humedal más próxima al predio se encuentra a 80 km aproximadamente al sur del predio.
<b>CRE-19</b>	Cumplir con la normatividad vigente en materia de aprovechamiento cinegético.	No aplica el presente criterio, en el desarrollo del proyecto no se contempla el aprovechamiento cinegético.
<b>CRE-20</b>	Mantener o restaurar la capacidad de carga de los agostaderos.	No aplica el presente criterio, en virtud de que no se pretenden actividades de pastoreo, ni siembra.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

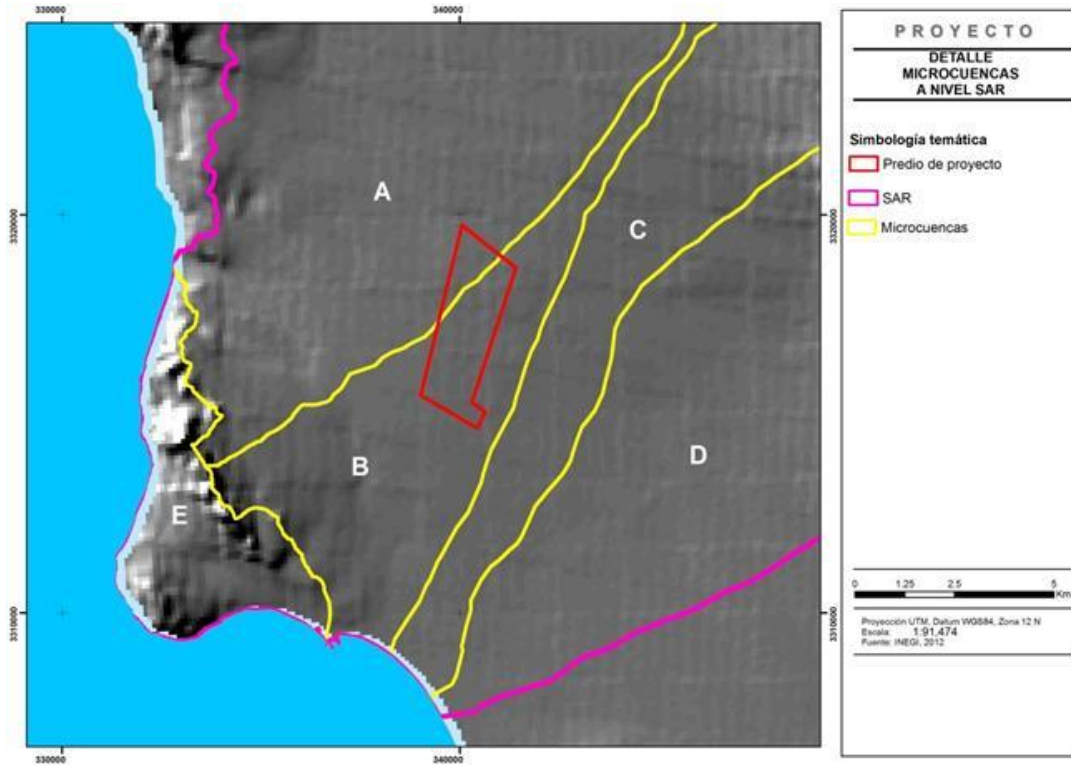


Figura III. 1. Detalle de las microcuencas en las que se localiza el predio del proyecto.

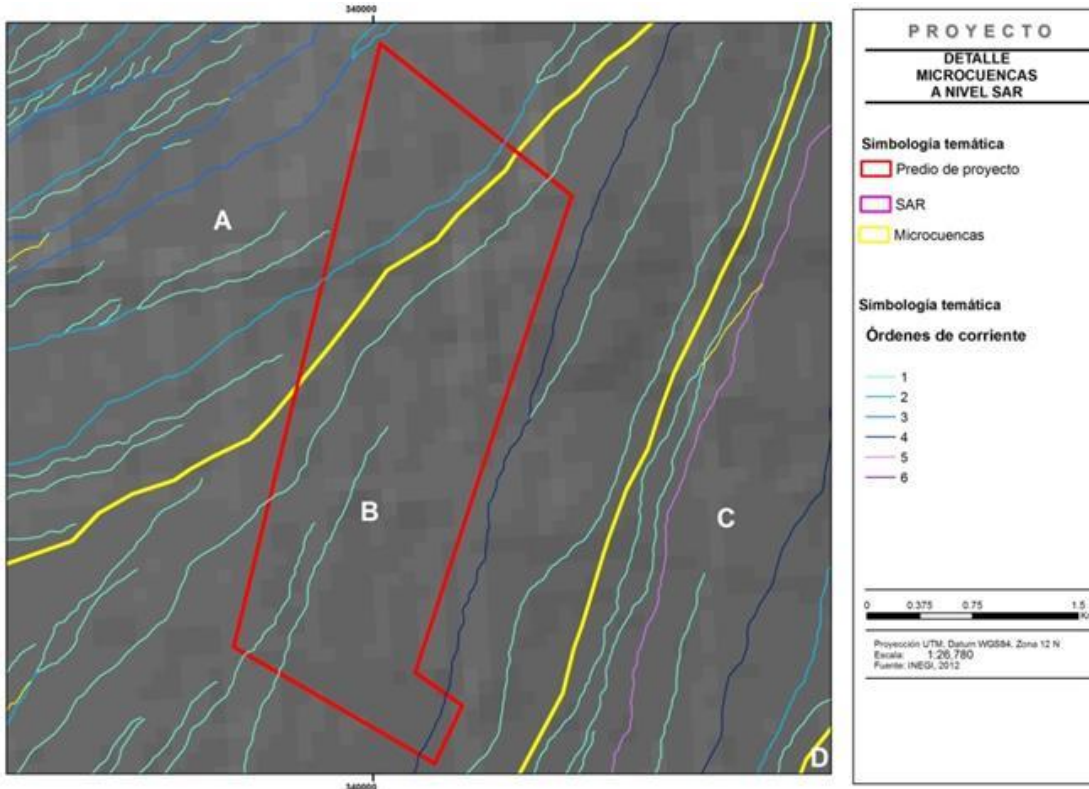
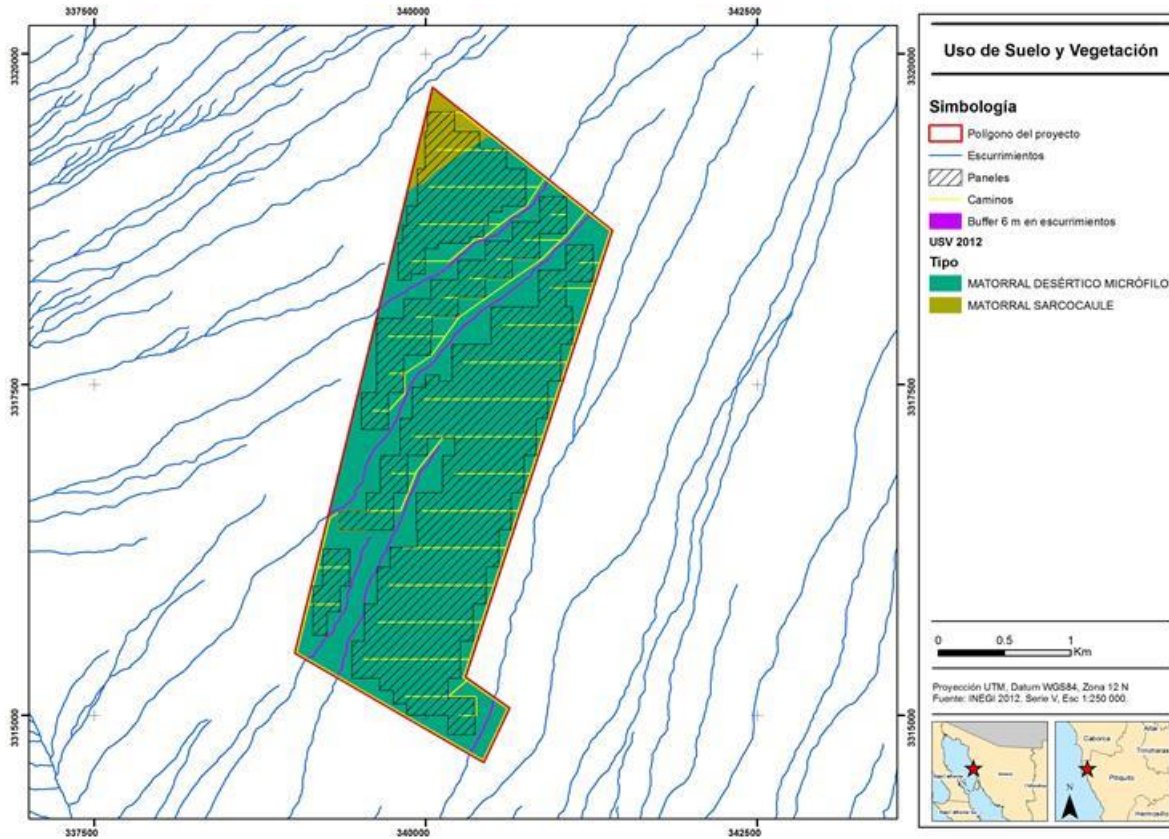


Figura III. 2. Detalle de las órdenes de corrientes que atraviesan el predio del proyecto.



**Figura III. 8.** Distribución de Celdas fotovoltaicas respetando las corrientes que atraviesan el predio del proyecto.

Cabe resaltar, que dentro los criterios ecológicos definidos para esta UGA en particular, se hace hincapié a la protección y conservación de humedales con vegetación de mangle, por lo que se prohíbe la disposición de aguas residuales en humedales. Para el caso del proyecto que no ocupa, no se tiene la presencia de vegetación de mangle, la ubicación del polígono no se encuentra en zona de humedales.

### ***Aprovechamiento sustentable de la Acuicultura.***

La actividad de la acuicultura se ha definido, como una actividad económica de gran relevancia en el desarrollo regional de la zona costera del estado de Sonora; sin embargo, algunos sectores la han identificado, como parte de procesos de perturbación de ecosistemas naturales. Es conveniente dirimir posibles conflictos ambientales a través de acuerdos entre el Sector Conservación de Humedales y los actores de la actividad acuícola. La estrategia para el aprovechamiento es ajustar los requerimientos de la actividad acuícola en forma congruente con la protección de los ambientes costeros a través de dos

procesos que han sido la fuente de conflicto con el Sector Conservación: la extracción y disposición de agua de sistemas lagunares.

Las estrategias ecológicas asignadas para esta actividad, son las siguientes:

**Tabla III.11** Vinculación del Proyecto con respecto a las Estrategias Ecológicas.

Clave	Estrategia Ecológica	Vinculación
<b>AS01</b>	Mejoramiento de sanidad de las granjas al localizarlas sobre la cota 1 msnm. Para el 2020, todas las nuevas granjas acuícolas se encuentran fuera de la zona de humedales arriba de la cota 1 msnm para reducir los riesgos sanitarios y no afectar a los humedales con manglar, de acuerdo a la NOM-022-SEMARNAR-2003.	No aplica la presente estrategia, ya que no habrá actividades de tipo acuícola. No hay ecosistema de humedales que puedan verse afectados por el desarrollo del proyecto, aun y cuando la naturaleza de la obras no correspondan a la actividad acuícola.
<b>AS02</b>	Mejoramiento de la infraestructura de toma de agua de mar de granjas acuícolas. Para el 2020, todas las granjas camaronícolas cuentan con una infraestructura de toma de agua directamente de mar para no afectar negativamente a los complejos lagunares y estuarinos y mejorar la producción y calidad del producto.	No aplica la presente estrategia, ya que no habrá actividades de tipo acuícola. No hay sistemas lagunares que puedan verse afectados por el desarrollo del proyecto, aun y cuando la naturaleza de la obras no correspondan a la actividad acuícola.
<b>AS03</b>	Mejoramiento de la infraestructura de drenaje de las aguas residuales de las granjas acuícolas. Para el 2020, las granjas camaronícolas reúsan sus aguas residuales con fines agrícolas con cultivos sensibles a la salinidad, o llevan a cabo otras acciones que no afecten a las granjas aguas abajo para reducir los riegos de infección.	No aplica la presente estrategia, ya que no habrá actividades de tipo acuícola. En la operación del proyecto no habrá generación de aguas residuales.

### ***Aprovechamiento sustentable de la actividad cinegética.***

Se ha definido la actividad cinegética como una de las opciones para muchas áreas marginadas donde los recursos son escasos; sin embargo, la falta de organización de las comunidades rurales no le ha permitido aprovechar esta actividad para capitalizar y obtener ingresos económicos de una actividad que puede ser rentable. Los problemas de las poblaciones de interés cinegético es que han sido desplazadas por la ganadería bovina y otros tipos, reduciendo significativamente las reservas alimenticias y el hábitat de estas

especies. Estas condiciones han mermado la población de especies nativas con interés cinegético que representan una oportunidad de ingreso económico.

Ahora bien, las estrategias destinadas para las actividades cinegéticas son:

**Tabla III.12** Vinculación del Proyecto con respecto a las Estrategias Ecológicas.

Clave	Estrategia Ecológica	Vinculación
<b>GS01</b>	Incremento de las poblaciones de especies cinegéticas. Para el 2015, la fauna silvestre y su hábitat se manejarán para incrementar las poblaciones de las especies cinegéticas importante y obtener mayores tasas de aprovechamiento en forma racional y sustentable, de acuerdo a los criterios LVS-094 y LVS-095.	No aplica la presente estrategia al proyecto. No habrá actividades cinegéticas.
<b>GS02</b>	Programa de difusión y concientización de la actividad cinegética. Para el 2010, se establecerán programas de concientización de los pobladores y las autoridades municipales para que se conozca que la actividad cinegética es una herramienta de conservación de vida silvestre.	La presente estrategia no aplica al proyecto. No habrá actividades cinegéticas.
<b>GS03</b>	Programa de coordinación institucional para la conservación de ecosistemas. Para el 2010, se establecerán las bases para la coordinación e integración de las organizaciones conservacionistas, los prestadores de servicios, la industria, los pobladores y las autoridades con metas y objetivos comunes para la conservación y mejoramiento de los ecosistemas.	Esta estrategia corresponde para la ejecución de autoridades locales y estatales para la conservación de ecosistemas.
<b>G04</b>	Llamado a la acción para integrar a dueños de predios en la actividad cinegéticos. Para el 2010, se establecerán programas de difusión con la idea de integrar a los dueños de los predios a la actividad cinegética como una alternativa de actividad de diversificación productiva.	No se contemplan actividades cinegéticas.

### **Conclusión:**

Como resultado de la vinculación del proyecto con respecto a la política ambiental de Aprovechamiento sustentable, lineamientos, criterios y estrategias correspondientes para la **UGA 1**, por los argumentos antes expuestos, se concluye que el proyecto es congruente

con el **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora**, ajustándose a los mismos, en virtud de lo siguiente:

- ✓ El proyecto es congruente con la política de Aprovechamiento sustentable, ya que el uso de suelo que se pretende llevar a cabo, como actividad económica, es la producción energía eléctrica, con fuentes de energía alternativas a los combustibles fósiles, como es el aprovechamiento de energía solar mediante la instalación de celdas fotovoltaicas.
- ✓ En el diseño del proyecto en cuestión, ha considerado la ubicación de las celdas fotovoltaicas, de manera tal que se propicie la menor afectación posible tanto a la biodiversidad presente en el área de influencia del proyecto, como al sistema de hidrodinámico de agua dulce para la conservación y funcionamiento de los ecosistemas presentes.

### **III.5.6 Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Golfo de California.**

El Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es un instrumento de la política ambiental, mediante el cual, el gobierno y la sociedad construyen de manera conjunta un proceso de planeación regional en el que se generan, instrumentan y evalúan las políticas públicas dirigidas a lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección del ambiente. Bajo este contexto, a lo largo de este proceso se deberán considerar los intereses y las necesidades de los diferentes actores sociales para establecer, de manera justa, los mecanismos de consenso y negociación en el que converja una visión regional de desarrollo, bajo un esquema de sustentabilidad.

Ahora bien, de acuerdo a la ubicación del predio donde se pretende el desarrollo del proyecto, este Ordenamiento Ecológico no aplica, en virtud de que las obras y actividades correspondientes al proyecto, se ejecutarán en la zona continental. No obstante lo anterior, se hace referencia de este Ordenamiento por su colindancia al proyecto y la importancia del mismo.

El sitio del proyecto que nos ocupa con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Golfo de California, se encuentra colindante a la **Unidad de Gestión Costera 8** particularmente próximo a la **Unidad Ambiental 2.3.3.13.3**.

En la siguiente imagen se visualiza la ubicación del proyecto con respecto a la colindancia de las Unidades de Gestión que conforman el Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

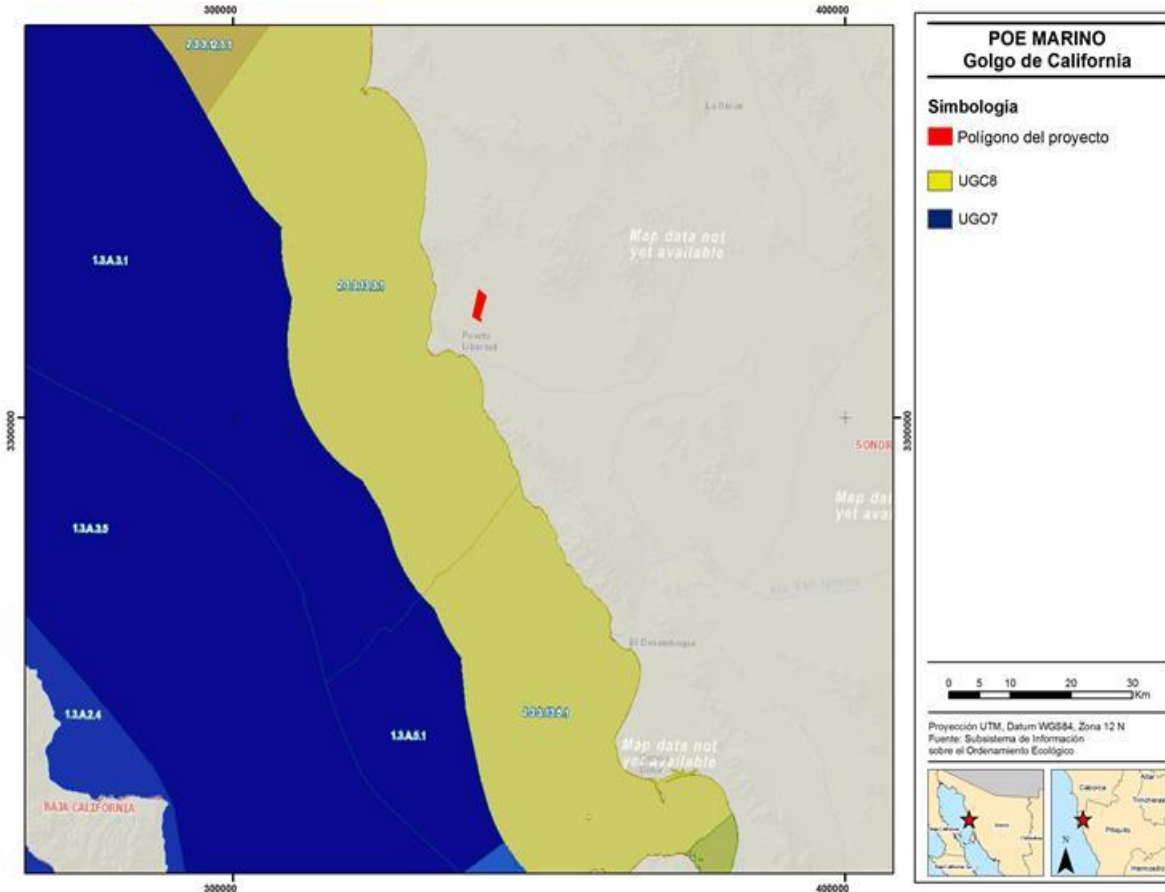


Figura III.9 Colindancia del proyecto con respecto al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino Golfo de California.

Finalmente se puntualiza que el proyecto, no tendrá injerencia alguna en la **Unidad de Gestión Ambiental 8**, por ende tampoco se tendrá injerencia a la **Unidad Ambiental 2.3.3.13.3** en virtud de que las obras y actividades correspondientes al proyecto, se ejecutarán en la zona continental.

### III.6 Instrumentos Sectoriales.

Los Programas Sectoriales son instrumentos de planeación que contienen objetivos, metas y estrategias que buscan fortalecer las acciones gubernamentales y responder a las necesidades, prioridades, objetivos y políticas del Plan Nacional de Desarrollo, con la

finalidad de desempeñar las actividades de cada uno de los sectores de la Administración Pública Federal.

Las acciones gubernamentales se regulan a través de la Ley de Planeación, de la cual proviene el Plan Nacional de Desarrollo, rector de los programas sectoriales, institucionales, especiales y regionales; que establece los ejes de política pública y determina las metas nacionales con sus respectivos objetivos estratégicos, estrategias y líneas de acción.

El Plan Nacional de Desarrollo, de conformidad con los artículos constitucionales mencionados y los artículos 9, 10, 16, 17, 21, 22, 23, 29, 30 y 31 de la Ley de Planeación, constituye el marco para definir los programas sectoriales, que especificarán los objetivos, prioridades y políticas que regirán el desempeño de las actividades del sector administrativo de que se trate.

### **III.6.1 Programa Sectorial de Energía 2013-2018.**

El Ejecutivo Federal, con el fundamento citado y lo establecido en el artículo 22 de la Ley de Planeación, elaboró el Programa Sectorial de Energía. En términos de los artículos 16, fracción III, y 29, segundo párrafo, de la Ley de Planeación, y 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, a la Secretaría de Energía le correspondió su elaboración.

De conformidad con los artículos 27 y 28 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, así como a lo dispuesto en el artículo 33 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, a la Secretaría de Energía le corresponde establecer y conducir la política energética del país; ejercer los derechos de la Nación en materia de petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos y gaseosos, de minerales radioactivos, así como respecto del aprovechamiento de los bienes y recursos naturales que se requieran para generar, conducir, transformar, distribuir y abastecer energía eléctrica que tenga por objeto la prestación del servicio público; conducir y supervisar la actividad de las entidades paraestatales sectorizadas en la Secretaría, y llevar a cabo la planeación energética a mediano y largo plazos, así como fijar las directrices económicas y sociales para el sector energético paraestatal.

La generación de electricidad a partir de fuentes renovables y la diversificación de la matriz energética representan una prioridad para esta administración. Al cierre del primer semestre de 2013, el 84.6% de la generación de electricidad provino de combustibles

fósiles. De esta participación, en el periodo que comprende del año 2000 al primer semestre de 2013, se ha registrado una recomposición al incrementar la participación de tecnologías que utilizan gas natural (ciclo combinado y turbogás) pasando de 12% a 50%, y una reducción en generación con combustóleo que pasó de 47% a 21%. Este hecho ha marcado una tendencia basada en la mayor eficiencia tecnológica, aunado a la introducción del esquema de Producción Independiente de Energía, bajo el cual se ha realizado importantes inversiones y se ha facilitado el rápido incremento de la capacidad instalada para el servicio público.

En México existe un conjunto de instrumentos de política para la promoción de energías renovables; uno de ellos, de carácter fiscal, hace referencia a la depreciación acelerada para inversiones en energías renovables y la cogeneración eficiente (esta última a partir de 2014), este instrumento permite depreciar el 100% de las inversiones en maquinaria y equipo para la generación de energía proveniente de fuentes renovables y de la cogeneración eficiente aplicable, siempre que la maquinaria y equipos se encuentren en operación durante un periodo mínimo de cinco años.

Con base en el artículo 27 de la Ley para el Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), se creó el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, cuyo objetivo es impulsar el sector energético nacional a través de proyectos, programas y acciones, encaminadas al logro de un mayor uso y aprovechamiento de fuentes de energía renovable y tecnologías limpias.

Por otra parte y como una medida para hacer llegar la información del potencial y la posibilidad de desarrollo de proyectos de energías renovables a los desarrolladores interesados en el tema y al público en general, la SENER debe establecer y actualizar el Inventario Nacional de Energías Renovables, por lo que actualmente se trabaja en una herramienta que servirá como fuente de información para los proyectos de autoabastecimiento con energías renovables y dará cumplimiento al marco jurídico.

Uno de los principales retos para el aprovechamiento de las energías renovables es su envío a los centros de consumo, por lo que resulta necesario instalar líneas que transporten la electricidad generada a las redes de transmisión. Actualmente, un instrumento que es utilizado para contribuir a expandir la red de transmisión en los últimos años, ha sido las temporadas abiertas de reserva de capacidad.

Una de las características que limitan el uso de la energía renovable es su intermitencia, motivo por el cual, en los últimos años se han desarrollado una serie de instrumentos que



permiten compensar el consumo de electricidad y su generación irregular; entre estos instrumentos se ubica el banco de energía diseñado por la CRE, que se emplea a partir de 2010 y que es un mecanismo de intercambio y compensación de energía eléctrica que permite reducir la intermitencia en la generación de renovables, ya que los excedentes de generación que no son utilizados por el autoconsumo en el momento, se envían a una cuenta virtual (banco) que los acumula y los regresa cuando el permisionario los solicita; asimismo, permite registrar la energía eléctrica por un periodo móvil de 12 meses y ha sido incorporado a los contratos de interconexión entre los permisionarios de energías renovables y la CFE.

Actualmente se utilizan medidores bidireccionales en las instalaciones que cuentan con generación renovable a pequeña escala -como usuarios domésticos y comerciales. Estos medidores permiten hacer la medición de la energía eléctrica que entra o sale de la instalación particular hacia la red de transmisión, compensando las entradas y salidas y solo reporta el consumo neto, lo que ha permitido detonar proyectos de generación fotovoltaica.

La transición energética en México, debe lograr un balance adecuado entre mantener al país económicamente competitivo y tecnológicamente innovador y diversificado, contribuyendo de manera permanente a mejorar la calidad ambiental local y al cumplimiento de los compromisos ambientales globales, presentes y futuros. Se debe considerar que, a lo largo de la cadena energética, desde su producción y hasta su consumo, se generan impactos al medio ambiente, como la contaminación atmosférica, lluvia ácida y contaminación por desechos, entre otros. Esto explica la prioridad que México adjudica a la generación eléctrica basada en recursos limpios.

Alcanzar mejores estándares de eficiencia resultará en ahorros económicos, así como en la conservación de los recursos naturales. Por ende, resulta de gran importancia la aplicación de las mejores prácticas que permitan optimizar los procesos de producción y consumo de energía, internalizar los efectos sobre el medio ambiente y sobre la sociedad en la evaluación de los proyectos energéticos, así como desarrollar y hacer uso de tecnología de punta.

De lo anterior, tal es el caso del proyecto que nos ocupa en virtud de que la producción de energía eléctrica será mediante el aprovechamiento del recurso natural como es la energía solar, lo que conlleva a la industria energética renovable. En este tenor, se han visualizado los objetivos y estrategias que son vinculantes con el proyecto en cuestión.

**Tabla III.1.** Estrategias establecidas en el Programa Sectorial de Energía aplicables al proyecto.

<b>Objetivo 5.- Ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental.</b>	
<i>Estrategia 5.1 Incrementar la participación de energías limpias y renovables en la generación de electricidad.</i>	
<b>Línea de acción 5.1.7 Promover la participación y coordinación entre actores interesados para favorecer el desarrollo de energías limpias y renovables.</b>	En el marco de la generación energética, la ejecución de proyectos como el que nos ocupa, permitirá canalizar los esfuerzos para el cumplimiento de las metas definidas en el marco normativo actual sobre el uso de las energías limpias, toda vez de que se pretende el aprovechamiento de energía solar para la conversión en energía eléctrica.
<i>Transversales específicas:</i> <b>Línea de acción 1.4.6 Promover un mayor uso de energías limpias</b>	

Aunado a lo anterior, se promoverá una mejor utilización de los recursos energéticos mediante el incremento de la eficiencia energética a lo largo de todos los procesos productivos y en el consumo final.

Asimismo, fortalecerá el aprovechamiento de recursos renovables y sus beneficios; para ello, se deben propiciar las condiciones de mercado necesarias que promuevan la participación de los entes interesados en el desarrollo de una economía menos intensiva en carbono, para garantizar la sostenibilidad entre la sociedad, el medio ambiente y la economía del país.

### **III.6.2 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018**

El Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018, es el resultado de un esfuerzo participativo de planeación democrática. Sus objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores se alinean con la meta Nacional de México Próspero del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 y los compromisos internacionales asumidos por el país en la materia.

Las actividades económicas y sociales de la población y su propia sobrevivencia dependen de la disponibilidad y calidad del capital natural, constituido por el suelo, aire, agua y los ecosistemas, su biodiversidad y servicios ambientales. La calidad, disponibilidad y condiciones de acceso de estos recursos, influyen en la competitividad y productividad de los sectores económicos y de empresas que los utilizan, cuyo desempeño impacta a su vez, cualitativa y cuantitativamente en éstos. Por lo anterior, uno de los requisitos para

lograr el objetivo de crecimiento verde establecido en el PND, es frenar y revertir la tendencia a la reducción de disponibilidad, el deterioro y/o la contaminación de los componentes del capital natural.

Con ese propósito, se fortalecerá la verificación del cumplimiento de la normatividad ambiental en materia de recursos naturales e industria de competencia federal, asimismo, se promoverán y apoyarán: la protección de los ecosistemas forestales contra la tala ilegal, incendios, plagas y enfermedades, el incremento en los estándares de calidad atmosférica, el fortalecimiento de la gestión integral de los residuos, la remediación de sitios contaminados y la mejora en la calidad del agua en las cuencas y acuíferos del país.

Las acciones instrumentadas para atender este objetivo se reflejarán en una reducción en el porcentaje de pérdida de los ecosistemas del país y de las especies que los habitan y en el incremento del tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales y de residuos que se gestionan integralmente.

Para lograr que el crecimiento económico del país sea sostenible, sustentable e incluyente y cumplir con el objetivo de alcanzar un México próspero con mayor bienestar para todas las familias, es necesario que la búsqueda de mayor productividad concatene los esfuerzos en favor del crecimiento económico con los propósitos de mayor inclusión social y uso sustentable de los recursos naturales y servicios ecosistémicos.

Por tal razón, las acciones de la SEMARNAT estarán encaminadas a la promoción, regulación y apoyo del mejor desempeño ambiental del sector productivo, tanto de manera directa como mediante la suma de esfuerzos con programas de otras dependencias federales y los gobiernos estatales y municipales. Con ello, se buscará que los incrementos en productividad y el crecimiento de la economía estén vinculados con una menor emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), una menor degradación ambiental, una mayor contribución del valor de los bienes ambientales en el PIB y la creación de empleos verdes formales, beneficiando particularmente a grupos de población que habitan en regiones vulnerables y/o de alta y muy alta marginación.

En particular, en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018, se han planteado diversos objetivos y estrategias de las cuales el proyecto que nos ocupa, se inserta en el siguiente objetivo:

**Tabla III.2.** Estrategias establecidas en el Programa Sectorial del Medio Ambiente y Recursos Naturales aplicables al proyecto.

---

**Objetivo 1. Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.**

**Estrategia 1.2** Propiciar una gestión ambiental integral para promover el desarrollo de proyectos de inversión que cumplan con criterios de sustentabilidad.

Línea de acción:

**Línea de acción 1.2.1** Normar, regular y fomentar energías renovables y tecnologías limpias para consolidar al país como una economía de bajo carbono.

De acuerdo a la estrategia y línea de acción en cita, el proyecto es congruente con señalado, toda vez que, a través del desarrollo del proyecto, se hará uso de la energía solar tipificada como energía renovable y tecnología limpia, lo que conlleva al desarrollo del país mediante una economía de bajo carbono.

---

## III.7 Instrumentos de política ambiental en el ámbito Internacional y Nacional.

### III.7.1 Ámbito Internacional.

Uno de los grandes avances en la agenda ambiental internacional, tales como la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, realizada en Estocolmo, Suecia en 1972, la presentación en 1987 del documento “*Nuestro Futuro Común*”, también conocido como el “*Informe Brundtland*” y la Cumbre de la Tierra celebrada en el año 1992 en Río de Janeiro, Brasil.

La Cumbre de la Tierra y la consecuente aprobación de la Agenda 21, constituyen un parte aguas en el tema del medio ambiente y los recursos naturales. A partir de entonces se iniciaron acciones destinadas a mitigar los cambios en el régimen climático global, producto de la emisión de gases de efecto invernadero, reducir el ritmo de desertificación de los suelos, disminuir la pérdida de la biodiversidad y más recientemente, regular el movimiento transfronterizo de mercancías de preocupación global, como los organismos vivos modificados y los materiales peligrosos por su toxicidad.

Como resultado de este movimiento, han sido creados instrumentos jurídicos y acuerdos: bilaterales, regionales y multilaterales. En todos estos mecanismos de cooperación SEMARNAT es un activo participante y ha logrado influir en la agenda internacional y los programas de cooperación económica para responder de manera más adecuada a las prioridades nacionales.

Lo esencial de los esfuerzos internacionales para buscar solución al cambio climático son la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kioto. Estos dos tratados constituyen hasta el momento la reacción internacional ante las pruebas convincentes, recopiladas y confirmadas una y otra vez por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), de que se está produciendo un cambio climático y que su causa fundamental son las actividades humanas.

### **III.7.2 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.**

Los países acordaron la Convención el 9 de mayo de 1992, y ésta entró en vigor el 21 de marzo de 1994. No obstante, pese a que aprobaron la Convención, los gobiernos eran conscientes de que sus disposiciones no bastarían para procurar la debida solución al cambio climático. En la primera Conferencia de las Partes, celebrada en Berlín (Alemania) a principios de 1995, se inició una nueva ronda de negociaciones para analizar compromisos más firmes y específicos.

Esta Convención estableció que las partes deberían tomar medidas apropiadas para evitar que la salud humana y el medio ambiente sufrieran efectos adversos por la modificación de la capa de ozono. El mayor logro de este acuerdo internacional fue el de intentar el poder evitar que los efectos de la reducción de la capa de ozono afecten la salud.

El Protocolo de Montreal se estableció en 1987 y trata de las sustancias que agotan la capa de ozono. El Protocolo contiene cláusulas que dan margen para que se reduzca la producción de sustancias nocivas hasta en un 50%, antes de la llegada de 1999. Sin embargo, se reconoció que los países en desarrollo experimentarían dificultades en la aplicación de estas medidas; así como el Artículo 5, establece una cláusula en la que se permitirá que se aplase el cumplimiento de las obligaciones del protocolo por un periodo de 10 años, desde la fecha de entrada de vigor; además de brindarles asistencia técnica y ayuda financiera para los costos de la conversión tecnológica.

Con respecto a la aplicación de este Protocolo México ha logrado en los últimos años, la reducción de un 87% de la emisión de clorofluorocarbono. Para 1990, se logró que se sustituyera en los aerosoles el uso de los clorofluorocarbonos (CFC), a partir de 1997, los refrigeradores se encuentran libres de emitir estas sustancias.

México, como Parte del Anexo I de la Convención, tiene los siguientes compromisos:

- a) La elaboración, actualización periódica y publicación del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, por fuentes y sumideros de todos los gases de efecto de invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, y
- b) La formulación, la instrumentación, la publicación y actualización de manera regular de programas nacionales en su caso regionales que contengan medidas para mitigar el cambio climático, enfocadas a la mitigación de emisiones en las áreas energética y forestal, y medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático.

De acuerdo a los compromisos antes mencionados, en el que se incluyen las Partes de la Convención, es atribución de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales planificar, coordinar, dar seguimiento y evaluar las actividades de cambio climático.

El eje fundamental de la Comunicación lo constituyó el primer Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero con cifras de 1990. En dicho inventario, los resultados más relevantes fueron el total de emisiones de gases de invernadero, 459.27 millones de toneladas, de los cuales el 96.42% corresponde a Bióxido de carbono y el 0.79% a metano con 3,641 toneladas.

La distribución de las emisiones de bióxido de carbono por sectores es el siguiente: industria de la transformación y energía 24.5%; cambio de uso de suelo, 30.6%; transporte 21, 3%; industria 14.6% y procesos industriales, 2.6%.

Existe conciencia en nuestro país de la necesidad de afrontar este desafío, ya que las consecuencias del cambio climático pueden ser importantes en un país productor del petróleo como el nuestro, que a la vez resulta, vulnerable a la variabilidad climática.

A pesar de las medidas que México adopte, en las próximas décadas se sentirán con mayor intensidad y frecuencia fenómenos climáticos extremos, ya que las variaciones climáticas serán peores de lo que pensamos, por ello debemos tener claro que iniciarán también en esta fecha las negociaciones más allá de Kyoto en las que nuestro país debe perseguir el liderazgo.

Cumplir con las metas de Kyoto sólo es posible si se comprenden dos puntos. Uno se relaciona con el desarrollo de las energías renovables y el otro con la eficiencia en materia energética. Es decir, usar la energía disponible con inteligencia.

En esta óptica, y por la naturaleza del proyecto en el que se pretende el aprovechamiento de energía solar como energía renovable, cuyo gran beneficio medioambiental es para la generación de energía eléctrica, por lo que, el proyecto que no ocupa, está vinculado con el primer punto en comento (párrafo anterior), lo que da lugar a la reducción de los niveles de emisiones gaseosas, en comparación con los producidos en centrales térmicas. En definitiva, el proyecto contribuye a la reducción de emisiones de gas de invernadero. Un desarrollo importante de la energía eléctrica de origen natural puede ser, por tanto, una de las medidas más eficaces para evitar el efecto invernadero ya que, a nivel mundial, se considera que el sector eléctrico es responsable del 29% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del planeta.

### **III.7.3 Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (Protocolo de Kioto).**

Al cabo de intensas negociaciones, en diciembre de 1997 se aprobó en Kioto (Japón) un anexo importantísimo de la Convención. Este Protocolo de Kioto estableció metas obligatorias para los países industrializados en relación con las emisiones y creó mecanismos innovadores para ayudar a estos países a cumplir esas metas. El Protocolo de Kioto entró en vigor el 18 de noviembre de 2004, después de su ratificación por 55 Partes en la Convención, entre ellas un número suficiente de países industrializados, que tienen metas concretas que cumplir, que representaban el 55% de las emisiones de dióxido de carbono de ese grupo en 1990.

El Protocolo de Kioto de 1997 comparte con la Convención el objetivo supremo de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida la interferencia peligrosa con el régimen climático. En la consecución de este objetivo, el Protocolo de Kioto se basa y hace hincapié en muchos de los compromisos ya contraídos en virtud de la Convención. Sólo las Partes en la Convención pueden ser Partes en el Protocolo.

Para ayudar a los países industrializados a cumplir sus metas obligatorias y promover el desarrollo sostenible en los países en desarrollo, el Protocolo de Kioto estableció tres mecanismos innovadores: el mecanismo para un desarrollo limpio o MDL, la aplicación conjunta y el comercio de los derechos de emisión.

En el artículo 2, inciso a), fracción I del Protocolo de Kioto, prevé la obligación de las Partes de fomentar la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional correspondiente.

*"Con el fin de promover el desarrollo sostenible, cada una de las Partes incluidas en el anexo I, al cumplir los compromisos cuantificados de limitación y reducción de las emisiones contraídos en virtud del artículo 3:*

*a) Aplicará y/o seguirá elaborando políticas y medidas de conformidad con sus circunstancias nacionales, por ejemplo las siguientes:*

*i) fomento de la eficiencia energética en los sectores pertinentes de la economía nacional;"*

En este sentido, cobra relevancia el proyecto pues dada su naturaleza, es de gran utilidad en el cumplimiento de las obligaciones adquiridas por México en virtud de lo siguiente: Implica el desarrollo, uso y aprovechamiento de formas nuevas, en el aprovechamiento de energía renovables, se trata de tecnologías ecológicamente racionales; y el costo de producción será menor en comparación con la producción de otros combustibles fósiles. De esta forma, el proyecto se vincula con lo establecido en el Artículo 2 del Protocolo de Kioto en torno al fomento de la eficiencia energética mediante el aprovechamiento de energías renovables como es el aprovechamiento de la energía solar que pretende el proyecto en cuestión.

#### **III.7.4 Ámbito Nacional.**

En México la política ambiental se establece jurídicamente con base en los principios contenidos en el Artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente que dice:

*"Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios":*

*I.-Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;*

*II.-Definir los principios de la política ambiental y los **instrumentos** para su aplicación;*



- III.-La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;*
- IV.-La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;*
- V.-El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;*
- VI.-La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo;*
- VII.-Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;*
- VIII.-El ejercicio de las atribuciones que en materia ambiental corresponde a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX -G de la Constitución;*
- IX.-El establecimiento de los mecanismos de coordinación, inducción y concertación entre autoridades, entre éstas y los sectores social y privado, así como con personas y grupos sociales, en materia ambiental, y*
- X.-El establecimiento de medidas de control y de seguridad para garantizar el cumplimiento y la aplicación de esta Ley y de las disposiciones que de ella se deriven, así como para la imposición de las sanciones administrativas y penales que correspondan.*

#### **III.7.4.1** *Estrategia Nacional de Cambio Climático.*

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático ha manifestado que el calentamiento del planeta Tierra es inequívoco. El promedio global de la temperatura de la superficie terrestre ha aumentado desde la Revolución Industrial, más notablemente en los últimos 50 años. Es por esto que bajo las condiciones actuales, el incremento en la temperatura podría llegar hasta 4°C por encima de los niveles preindustriales. Para evitar esta situación, es necesario que se reduzcan las emisiones mundiales de forma considerable.

Por su parte, México es altamente vulnerable a los efectos del cambio climático y el décimo segundo país con mayores emisiones del mundo. En ese sentido, la política nacional de cambio climático debe incorporar a la adaptación como un componente central y asegurar un desarrollo económico que proteja al medio ambiente.

La Estrategia Nacional de Cambio Climático es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazos para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar

hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Ésta señala los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir, para así orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomentar la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad.

México crece de manera sostenible con la promoción del manejo sustentable, eficiente y equitativo de sus recursos naturales, así como del uso de energías limpias y renovables que le permiten un desarrollo con bajas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. México es un país próspero, competitivo, socialmente incluyente y con responsabilidad global que genera empleos suficientes y bien remunerados para toda su población, en particular para la más vulnerable. México es una nación con una economía verde, con ecosistemas y poblaciones resilientes al cambio climático y con ciudades sustentables.

La Estrategia señala los hitos a cumplir en los próximos 10, 20 y 40 años para llegar a esta visión

### **Pilares de la política nacional de cambio climático**

El cambio climático presenta amplios retos para todos los sectores de la sociedad mexicana y su atención requiere una coordinación eficaz y coherente entre todos los actores e instituciones involucradas. El sustento de los Ejes de adaptación y mitigación se establece en los seis pilares de la política nacional de cambio climático:

- **P1. Contar con políticas y acciones climáticas transversales, articuladas, coordinadas e incluyentes.**

La instrumentación eficaz de la política nacional de cambio climático requiere de una coordinación transversal entre sectores y actores, de la revisión del marco jurídico a fin de evitar contraposiciones y de la inclusión de todos los grupos sociales. La articulación de estos actores e instrumentos es indispensable para ejecutar las políticas y acciones de adaptación y mitigación señaladas en la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

- **P2. Desarrollar políticas fiscales e instrumentos económicos y financieros con enfoque climático.**

Las acciones para combatir el cambio climático requieren del respaldo de recursos económicos accesibles, oportunos, constantes y suficientes para su efectivo

cumplimiento. A la vez se requiere mandar señales económicas que reflejen el costo del daño ambiental de las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. México puede hacer un mayor uso de instrumentos económicos. El desarrollo de políticas fiscales e instrumentos económicos con enfoque climático impulsará la promoción de un desarrollo económico bajo en emisiones y elevará la competitividad.

- **P3. Implementar una plataforma de investigación, innovación, desarrollo y adecuación de tecnologías climáticas y fortalecimiento de capacidades institucionales.**

Con el objetivo de tomar las decisiones adecuadas para abatir el cambio climático y adaptarnos a él, nuestro país requiere de la generación de conocimiento científico y tecnológico articulado bajo una plataforma de difusión. Lo anterior permitirá crear sinergias, promover la colaboración y evitar duplicidades. La innovación de tecnología permitirá desarrollar nuevas capacidades productivas y recuperar recursos económicos. Paralelamente, es necesario crear capacidades nacionales en los tres órdenes de gobierno mediante capacitación en temas prioritarios de adaptación y mitigación. La capacitación de los tomadores de decisiones como sustento de la generación de políticas permitirá la apropiación de conocimientos y su aplicación exitosa.

- **P4. Promover el desarrollo de una cultura climática.**

Para enfrentar con éxito el cambio climático es indispensable transformar los patrones de producción y consumo de la población. Para lograrlo, México requiere de una sociedad informada, consciente, comprometida, participativa y que exija la rendición de cuentas. Es fundamental garantizar que existan programas educativos y mecanismos de divulgación efectiva de las acciones que requiere instrumentar una política de esta trascendencia.

- **P5. Instrumentar mecanismos de Medición, Reporte, Verificación y Monitoreo y Evaluación.**

Las acciones de mitigación y adaptación al cambio climático requieren del desarrollo de instrumentos de Medición, Reporte y Verificación, así como de Monitoreo y Evaluación. Estos instrumentos proporcionan transparencia y certidumbre de las acciones, asimismo, garantizan la integridad ambiental, comparabilidad, consistencia, transparencia y precisión de datos. Lo anterior permitirá evaluar y retroalimentar el

diseño de las políticas de cambio climático, promoviendo su eficiencia e impacto. En particular, la correcta y eficiente aplicación de los recursos presupuestales e internacionales, públicos y privados impactará directamente en el logro de los objetivos de la política de adaptación y mitigación nacional.

- **P6. Fortalecer la cooperación estratégica y el liderazgo internacional.**

Este pilar busca mantener y fortalecer la presencia de México como actor relevante en el ámbito internacional y en la región de América Latina y el Caribe mediante el reconocimiento de su alta vulnerabilidad al cambio climático y de su potencial de reducción de emisiones de GEI. Este posicionamiento le permite acceder al financiamiento climático internacional y mantener cooperaciones bilaterales y regionales estratégicas.

Para lograr un desarrollo económico sustentable y sostenido que se caracterice por una baja emisión de carbono, la Ley General de Cambio Climático indica que los esfuerzos de mitigación deben iniciar con acciones de mayor potencial de reducción de emisiones al menor costo y que logren, al mismo tiempo, beneficios ambientales, sociales y económicos. Es por ello que, complementariamente a los esfuerzos de reducción de GEI y como parte del portafolio de acciones prioritarias de mitigación para el país, el control de los CCVC es parte fundamental de esta Estrategia.

Los criterios principales utilizados en esta Estrategia para identificar las acciones prioritarias en el corto, mediano y largo plazo son: potencial de mitigación, costo marginal de abatimiento, cobeneficios ambientales y sociales, cobeneficios en salud, incremento en la productividad nacional y barreras.

En particular el proyecto se vincula directamente con el pilar:

- **P4. Promover el desarrollo de una cultura climática.**

Ya que para llegar al éxito ante un cambio climático es indispensable transformar los patrones de producción y consumo de la población. Para ello el proyecto, cambiará los patrones de producción de energía eléctrica como se refiere al consumo de combustibles fósiles por la implementación de tecnologías limpias en la generación nula de emisiones a la atmósfera.

Ahora bien, los ejes estratégicos que definen las acciones a realizar en términos de un desarrollo bajo en emisiones son:

- **M1. Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia.**

*México tiene un gran potencial de generación de energía mediante fuentes renovables y, si bien se han abierto posibilidades de aprovechamiento para la participación del sector privado, los mecanismos no han sido suficientes. Las líneas de acción de este eje buscan enfocar esfuerzos en superar las principales barreras que han impedido la completa inmersión de las energías renovables en el sistema energético nacional.*

- *M2. Reducir la intensidad energética mediante esquemas de eficiencia y consumo responsable.*
- *M3 Transitar a modelos de ciudades sustentables con sistemas de movilidad, gestión integral de residuos y edificaciones de baja huella de carbono.*
- *M4 Impulsar mejores prácticas agropecuarias y forestales para incrementar y preservar los sumideros naturales de carbono.*
- *M5 Reducir emisiones de Contaminantes Climáticos de Vida Corta y propiciar cobeneficios de salud y bienestar.*

El proyecto se inserta en el eje estratégico **M1 Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia**, las líneas de acciones que son aplicables o vinculantes con el proyecto son:

**M1.2** *Fomentar la generación de energía mediante el uso de fuentes limpias y tecnologías más eficientes en sustitución de combustibles fósiles, minimizando su impacto ambiental y social.*

**Fotovoltaico**

**M1.8** *Promover la inversión en sistemas fotovoltaicos en zonas del país con alto potencial.*

**M1.9** *Fomentar la generación distribuida mediante el uso de sistemas fotovoltaicos en el sector industrial, residencial y de servicios.*

Las bondades que el proyecto que se presenta, convergen con las líneas de acción propuestas para la estrategia “Acelerar la transición energética hacia fuentes de energía limpia”, como es el fomento de generación de electricidad mediante el aprovechamiento de fuentes renovables como es el caso de la energía solar, por lo que el proyecto contribuirá al cumplimiento de los objetivos del presente instrumento.

#### ***III.7.4.2 Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018.***

Hoy en día una preocupación prioritaria de los gobiernos modernos en todo el mundo se focaliza en promover el aprovechamiento sustentable del uso de la energía y la utilización de nuevas fuentes de energía, sin menoscabar aspectos claves que propicien el crecimiento económico, la seguridad energética y la adaptación al cambio climático de cada país.

Dada la situación actual, el Gobierno de la República atiende la necesidad de llevar a cabo acciones para el aprovechamiento sustentable de la energía que contribuyan a la seguridad energética y económica del país, promoviendo la eficiencia energética en los diversos sectores productivos y de consumo de energía en México, a partir del reconocimiento de las áreas de oportunidad y sus fortalezas institucionales.

Para determinar la ruta crítica que debemos seguir en materia del aprovechamiento sustentable de la energía es prioritario evaluar las acciones en materia de eficiencia energética que se han realizado en el país y contrastarla con los resultados del consumo de energía en cada sector reconociendo las particularidades.

1. Acciones realizadas de eficiencia energética en México y sus instituciones
2. Instituciones enfocadas a las acciones de eficiencia energética
3. Programas de Eficiencia Energética
4. Acciones de difusión de buenas prácticas de Eficiencia Energética
5. Retos de la eficiencia energética en México

El Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 (PRONASE) es el documento rector que articula las políticas de eficiencia energética conforme a las metas nacionales y sectoriales. En este sentido el PRONASE retoma lo expresado en el objetivo 5 del PROSENER, “Ampliar la utilización de fuentes de energía

*limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental”, y propone un conjunto de objetivos, estrategias y líneas de acción con el fin de contribuir a:*

- ✓ Lograr la seguridad energética del país
- ✓ La preservación y uso racional de los recursos energéticos, en este caso no renovables, como son los hidrocarburos y el carbón, entre otros
- ✓ Incrementar la productividad de las empresas del sector público y privado
- ✓ Disminuir los impactos del cambio climático en el entorno
- ✓ Mejorar las condiciones de vida de los mexicanos

El PRONASE es el instrumento del Ejecutivo Federal mediante el cual se establecen los objetivos, metas, estrategias y acciones que permitirán alcanzar el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades de la cadena energética, para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo o uso final.

Para lograr lo anterior se establecen seis objetivos:

*Objetivo 1. Diseñar y desarrollar programas y acciones que propicien el uso óptimo de energía en procesos y actividades de la cadena energética nacional.*

*Objetivo 2. Fortalecer la regulación de la eficiencia energética para aparatos y sistemas consumidores de energía fabricados y/o comercializados en el país*

*Objetivo 3. Fortalecer los sistemas e instancias de gobernanza de la eficiencia energética a nivel federal, estatal y municipal e integrando instituciones públicas, privadas, académicas y sociales*

*Objetivo 4. Fomentar el desarrollo de capacidades técnicas y tecnológicas vinculadas al aprovechamiento sustentable de la energía*

*Objetivo 5. Contribuir en la formación y difusión de la cultura del ahorro de energía entre la población*

*Objetivo 6. Promover la investigación y desarrollo tecnológico en eficiencia energética.*

El PRONASE es un programa de vinculación, promoción y seguimiento de políticas, programas, proyectos y acciones que se realizan o planean realizar durante el sexenio, de manera directa o indirecta, para lograr un uso óptimo de la energía en los sectores productivos de la economía mexicana. En este sentido, las dependencias y entidades responsables de las líneas de acción contenidas en el Programa realizarán actividades en sus competencias y su aplicación quedará sujeta a la disponibilidad de recursos aprobados

en el Presupuesto de Egresos de la Federación para los ejercicios fiscales correspondientes.

De conformidad a la naturaleza de las obras, el proyecto se inserta en el siguiente objetivo:

**Objetivo 3.** Fortalecer los sistemas e instancias de gobernanza de la eficiencia energética a nivel federal, estatal y municipal e integrando instituciones públicas, privadas, académicas y sociales

**Estrategias y líneas de acción**

**3.3.** Impulsar el desarrollo de marcos propicios para el financiamiento de programas y proyectos de eficiencia energética.

**3.3.3** Facilitar la adopción de contratos de servicios energéticos para el desarrollo de proyectos de eficiencia energética en el sector privado.

De lo anterior, el proyecto está encaminado hacia el desarrollo de eficiencia energética, es decir, impulsará la eficiencia y el uso de tecnologías limpias para la generación de energía eléctrica, así como fomentar el aprovechamiento de fuentes renovables de energía, lo cual convergen con el **objetivo 3, estrategias 3.3 y línea de acción 3.3.3** (antes señaladas) en el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018.

### III.8 Conclusiones Generales.

- **Instrumentos legales y normativos aplicables.**

La existencia de regulaciones inductivas vigentes en materia ambiental, definen los alcances respecto al área efectiva de aprovechamiento en el predio y que consecuentemente deben atenderse como parte de los requerimientos de diseño del proyecto que se pretende llevar a cabo, entre los cuales se destacan:

**Tabla III.15** Instrumentos legales aplicables al proyecto de mayor relevancia.

Regulación ambiental	Vinculación con el proyecto
<i>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.</i> Artículo 28. En su fracción	La afectación de vegetación forestal durante el desmonte y despalme para la instalación y construcción de la obras e infraestructura del proyecto, y que al contemplarse dicha actividad en



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Regulación ambiental	Vinculación con el proyecto
<p>II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica;...</p> <p>VII.- Cambios de uso de suelo forestales; así como en selvas y zonas áridas;...”</p>	<p>la fracción VII, del artículo 28 de la LGEEPA, se somete a la Evaluación de Impacto Ambiental, por el Cambio de Uso de Suelo, aunado a que dada la naturaleza del proyecto, cae dentro del supuesto citado en la fracción II, en la Industria química. Cabe destacar que el cambio de uso de suelo, es la acción más relevante en la ejecución del proyecto, propiamente para la valoración del impacto ambiental.</p>
<p><i>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y a Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto ambiental.</i></p> <p>“Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>K) INDUSTRIA ELÉCTRICA:</p> <p>.....</p> <p>IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.</p> <p>O) CAMBIO DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONA ÁRIDAS:</p> <p>...”</p>	<p>El proyecto se ajusta al artículo en cita, en virtud de la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente al proyecto que nos ocupa, ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para su evaluación correspondiente y obtener la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental, así como el cambio de uso de suelo, por ser el impacto más relevante.</p>
<p><i>Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</i></p> <p>“ARTICULO 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.</p> <p>En las autorizaciones de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, la autoridad deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las propuestas y observaciones planteadas por los miembros del Consejo Estatal Forestal.</p> <p>No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado</p>	<p>Es aplicable el artículo que antecede de la ley en cita, ya que se requiere del cambio de Uso de Suelo de áreas forestales por la presencia de vegetación matorral desértico micrófilo y matorral sarcocaulé, por lo que, el proyecto se ajustará a los preceptos establecidos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.</p>

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Regulación ambiental	Vinculación con el proyecto
<p>20 años, a menos que se acredite fehacientemente a la Secretaría que el ecosistema se ha regenerado totalmente, mediante los mecanismos que para tal efecto se establezcan en el reglamento correspondiente.</p> <p>Las autorizaciones que se emitan deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p> <p>....."</p> <p><i>Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento en la Transmisión Energética.</i></p> <p>Artículo 2o.- El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.</p> <p>Artículo 3o.- Para los efectos de esta Ley se entenderá por:</p> <p>I. Comisión.- La Comisión Reguladora de Energía;</p> <p>II. Energías renovables.- Aquellas reguladas por esta Ley, cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que se enumeran a continuación:</p> <p>a) <b>El viento;</b></p> <p>b) <b><u>La radiación solar, en todas sus formas;</u></b></p>	<p>De acuerdo a la naturaleza de la obras, en que se pretende el aprovechamiento de la energía solar para la conversión de energía eléctrica, mediante la instalación y operación de celdas fotovoltaicas, lo cual permite tipificar la obra o el proyecto como una actividad de aprovechamiento de fuente de energía renovable, asimismo conlleva la utilización de tecnología limpias, ya que no habrá generación de emisiones a la atmósfera, como se da en la producción de generación de energía eléctrica mediante procedimientos convencionales, por ejemplo en la utilización de combustibles fósiles.</p>

De igual manera, se han considerado las *Normas Oficiales Mexicanas* en materia de agua, suelo, residuos, flora y fauna, etc., a fin de dar cumplimiento a lo establecido en la normatividad ambiental y prevenir cualquier efecto negativo al ambiente.

- **Instrumentos de Planeación y Ordenamiento Territorial.**

Como resultado del análisis realizado en los instrumentos de planeación y ordenamiento territorial, que son aplicables al sitio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, se concluye lo siguiente:

1. Con respecto a los Ordenamientos Ecológicos, de acuerdo a lo establecido por el *Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio*, el predio se ubica dentro de la UAB No. 8, cuyas políticas ambientales aplicables corresponde al Aprovechamiento sustentable y Preservación, en el cual se indicó, que para la operación del proyecto se pretende hacer uso y aprovechamiento del recurso natural renovable como es la energía solar. Asimismo, debido a la sinergia por la ejecución del conjunto de medidas o acciones ambientales en su culminación, propiciarán la continuidad del funcionamiento del ecosistema, así como la conservación de las especies de flora y fauna, lo que permite que las obras y actividades que conforman el proyecto, sean congruentes con las políticas ambientales. En consecuencia, la producción de energía eléctrica que se pretende obtener, mediante la instalación y operación de celdas fotovoltaicas dentro del polígono de superficie indicado, permite el aprovechamiento de recurso de una manera sustentable. Finalmente en lo que respecta a las estrategias ambientales aplicables, de acuerdo a lo antes expuesto, se concluye que el proyecto es congruente con las estrategias en particular aquellas que destacan, como son las estrategias dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio.

Por otra parte, con respecto al *Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Costa de Sonora*, el predio se ubica dentro de la UGA No. 1, con una política definida de Aprovechamiento, y como resultado del análisis realizado, el proyecto es congruente con este instrumento ajustándose a los lineamientos, criterios y estrategias en virtud de lo siguiente:

- ✓ El proyecto es congruente con la política de Aprovechamiento sustentable, ya que el uso de suelo que se pretende llevar a cabo, como actividad económica, es la producción energía eléctrica, con fuentes de energía alternativas a los combustibles fósiles, como es el aprovechamiento de energía solar mediante la instalación de celdas fotovoltaicas.
- ✓ En el diseño del proyecto en cuestión, ha considerado la ubicación de las celdas fotovoltaicas, de manera tal que se propicie la menor afectación posible tanto

a la biodiversidad presente en el área de influencia del proyecto, como al sistema de hidrodinámico de agua dulce para la conservación y funcionamiento de los ecosistemas presentes.

2. Actualmente el Municipio de Pitiquito, carece de un *Programa de Desarrollo Urbano* vigente, en el cual, el predio sea sujeto a la Zonificación o tipificación de Usos de Suelo para el desarrollo urbano.
  3. El predio se encuentra fuera de alguna *Área Natural Protegida* (ANP) decretada de competencia federal y estatal.
- **Instrumentos de política ambiental en el ámbito internacional y nacional.**

En torno a los instrumentos de política ambiental internacional como son la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, así como el *Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, cuyos instrumentos de compromisos dirigidos a los suscriptores de los mismos, dichos Convenios internacionales son documentos dirigidos y que obligan a sus firmantes (Nación y/o Estado) suscriptores como ente jurídico con personalidad jurídica propia; y es a través de éstos instrumentos, que se obligan a los contratantes a establecer los lineamientos base y políticas públicas, así como instrumentos de administración y observancia ambiental encaminados dentro de su circunscripción territorial a regular las actividades humanas que puedan afectar en alguna medida al medio ambiente, tomando para ello los compromisos signados en los convenios en cita. Estos instrumentos fueron analizados y vinculados con el proyecto, encontrando convergencia en los objetivos y estrategias planteadas.

En otro contexto, referente a instrumentos de política ambiental nacional, se llevó a cabo la revisión y vinculación de instrumentos como son la *Estrategia Nacional del Cambio Climático* y el *Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018*, con ello se concluye que el proyecto en cuestión constituye una oportunidad para la mitigación hacia el Cambio Climático, al proporcionar una alternativa en la producción sustentable de generación de energía eléctrica, a través de la implementación de celdas fotovoltaicas, contribuyendo al cumplimiento de las líneas de acción definidas en las estrategias y líneas de acción establecidas en dichos instrumentos.

# Capítulo IV

---

*DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y  
SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y  
DETERIORO DE LA REGIÓN*



## IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

### IV.1. Criterios de definición y delimitación del Sistema Ambiental Regional.

En la actualidad la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental está basada generalmente en el análisis de la Evaluación del Impacto Ambiental de proyectos a nivel predio, obviando las estrategias de desarrollo sustentable sectorial y regional, así como la falta de interacción de las políticas de conservación y desarrollo sustentable, tal y como se ejemplifica en la siguiente figura:



**Figura IV. 1.** Evaluación en Materia de Impacto Ambiental actualmente.

Fuente: Elaborado por QV Gestión Ambiental, S.C. a partir de la LGEEPA (DOF, Última reforma 2012)

De acuerdo con lo anterior, la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental está dirigida y sustentada a partir de los lineamientos de las estrategias de desarrollo sustentable sectorial y regional, así como de las políticas de conservación y desarrollo sustentable, a través de planes y programas de ordenamientos ecológicos y planes de desarrollo

regionales y locales, que permitan que el proyecto una vez cumplidas dichas directrices embone dentro de los proyectos que buscan la sustentabilidad ambiental.

Por lo que bajo el mismo contexto, el Sistema Ambiental Regional propuesto para las áreas del proyecto, se pretende definir desde un enfoque ecosistémico considerando las características de los procesos y componentes ambientales que potencialmente interactúan con las áreas de proyecto.

Lo anterior se considera relevante toda vez que una evaluación de impacto ambiental a nivel regional permite identificar una gama mayor de impactos ambientales, como pueden ser el recurso agua; sin embargo, dichos impactos pueden ser significativos a escala regional, pero no a nivel de las áreas de proyecto y mucho menos a nivel del área utilizable.

#### **IV.1.1. Niveles de Referencia**

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional se integró geográficamente las interrelaciones entre el ambiente, la población y sus actividades. Esta noción permite identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan el funcionamiento de dicho conjunto y efectuar previsiones. Los objetivos de los estudios de impacto ambiental son:

- a. Anticipar, prevenir, minimizar o revertir las adversidades biofísicas, sociales significativas así como otras consideradas como relevantes.
- b. Asegurar la integridad funcional y la capacidad de carga de los sistemas naturales y los procesos ecológicos así como proteger los aspectos culturales y estéticos asociados al ambiente.
- c. Garantizar el rango más amplio de usos y beneficios de los ambientes no degradados, sin riesgos ni otra consecuencia ambiental indeseable.
- d. Garantizar la calida de los recursos renovables e impulsando el reciclaje de los recursos no renovables; y,
- e. Promover el desarrollo sustentable y optimizar el uso y manejo de los recursos naturales.

Así, considerando que uno de los principales objetivos de la Evaluación de Impacto Ambiental es garantizar que el desarrollo del proyecto no tendrá consecuencias negativas para el medio ambiente de la escala mayor, no de polígonos o de actividades concretas, es necesaria la integración en diferentes niveles de complejidad y escala, empleando para ello el enfoque sistémico el cual permite definir la escala territorial concreta según las

características del proyecto y su emplazamiento. Este mismo enfoque permite comprender el arreglo y funcionamiento de los distintos componentes tanto ambientales como socioeconómicos que interactúan entre sí en un mismo espacio geográfico.

Desde esta aproximación teórico-conceptual el ecosistema se concibe como un sistema complejo (García, 1998) el cual se caracteriza principalmente por la confluencia de procesos que funcionan como una totalidad organizada, esto es que está conformado por subsistemas, cuyas relaciones e interacciones definen una estructura que funcionan como un conjunto que a su vez presenta diferentes niveles de organización y manifestación espacio temporal y los cuales pueden ser observados de acuerdo a la escala de estudio.

A partir de esta perspectiva teórica conceptual es posible tener una lectura integrada de los componentes ambientales y de origen antrópico a partir de la identificación y espacialización de unidades ecológicas funcionales (unidades naturales) a diferentes escalas al reconocer la presencia de combinaciones únicas y con procesos que las diferencian entre sí.

El enfoque sistémico posibilita la definición y eslabonamiento de escalas espaciales y temporales así como la articulación de niveles de integración espacial y funcional de manera taxonómica, jerárquica y anidada. Al mismo tiempo, esta misma aproximación permite compaginar tres aproximaciones conceptual-metodológicas en el proceso de comprender la funcionalidad y expresión territorial de los ecosistemas: la ecosistémica, la geográfica y el concepto de cuenca hidrológica.

Deste esta perspectiva, el SAR forma parte de una estructura funcional que está organizada en niveles jerárquicos donde el conjunto de componentes ambientales así como el tipo de procesos e interacciones entre éstos se presentan en arreglos únicos y diferenciables vinculándose de manera jerárquica y taxonómica hacia niveles inferiores; estos últimos, de acuerdo a su propia naturaleza y dinámica, se expresan en dimensiones espaciales diferentes y también requieren de distintos tiempos para evolucionar. Es importante señalar que existe una correlación entre los niveles de manifestación espacio-temporal, la escala y el nivel de detalle de la información.

Para lo cual, se propone el siguiente esquema con el fin de explicitar la articulación de los distintos niveles de organización a partir de la cual es posible identificar las características, relaciones y procesos que se establecen entre componentes ambientales así como el papel y grado de influencia que cada uno de ellos tiene dentro de la configuración y



dinámica funcional del SAR destacándose los aspectos que se analizan en cada nivel de referencia:



Figura IV. 2. Niveles de Organización funcional y Marco de Referencia empleado para la delimitación del Sistema Ambiental Regional.

De esta manera se parte de que el Sistema Ambiental Regional forma parte de un entorno más extenso, es decir, se inscribe dentro de un área de referencia, la cual se considera como uno de los niveles jerárquicos más altos de organización funcional.

El **Área de Referencia** se considera como un marco geográfico general que permite identificar las temáticas regionales y su expresión territorial. En esta Área de Referencia, el conjunto de componentes ambientales, el tipo de procesos e interacciones entre éstos se presentan en arreglos únicos y diferenciables vinculándose de manera jerárquica y taxonómica hacia niveles inferiores; estos últimos, de acuerdo a su propia naturaleza y dinámica, se expresan en dimensiones y escalas espaciales diferentes y también requieren de distintos tiempos para evolucionar.

Este nivel jerárquico posibilita el cambio de escalas de menor a mayor detalle permitiendo apreciar el papel que juega cada uno de los componentes tanto ambientales como

antrópicos en un lugar y tiempo determinado; es decir, permite la identificación de los diferentes niveles de manifestación espacio-temporal y arreglos en los que se presentan los diferentes componentes ambientales y de esta manera, reconocer aquellos de carácter crítico en términos de la integridad funcional del ecosistema así como para el tipo de proyecto que se pretende desarrollar.

Cabe señalar que el Área de Referencia que se muestra en la figura anterior no indica que sea el área de influencia y mucho menos el área que va a ser impactada por el proyecto. El área de referencia solamente apoya en la identificación de grandes sistemas ambientales que existen a un nivel mucho más amplio que el SAR y las áreas de proyecto y sirven de base para establecer los diferentes procesos ecosistémicos que se desarrollan a nivel regional.

El segundo nivel jerárquico corresponde al **Sistema Ambiental Regional**, el cual se define a partir de la naturaleza y características del mismo proyecto así como del emplazamiento de éste último en el territorio. En este nivel de organización funcional se selecciona y analiza la información ambiental específica sobre el conjunto de componentes y tipos e intensidad de procesos que configuran la estructura y dinámica del SAR. A este nivel es posible entonces delimitar espacial- y temporalmente la organización y arreglo de los componentes ambientales a través de la identificación de patrones únicos y diferenciables vinculándose de manera jerárquica y taxonómica hacia niveles inferiores, es decir, unidades homogéneas a partir de las cuales es posible determinar las posibles interacciones del proyecto en sus diferentes etapas y sus componentes.

En esta escala también es posible identificar los componentes y procesos que le otorgan el carácter y la configuración actual de los diferentes ecosistemas que se desarrollan al interior del SAR así como las relaciones causa-efecto que se establecen entre éste último y las actividades antrópica en un periodo de tiempo determinado. De esta manera, la delimitación del Sistema Ambiental Regional se construirá con base en el concepto de cuenca hidrológica ya que de acuerdo con Garrido, Pérez Damián, et. al. (2010) y Toledo (2006). Ésta es la aproximación conceptual más utilizada para el estudio y gestión de los recursos naturales en México y el mundo, ya que la delimitación y análisis de la cuenca hidrológica permiten comprender el comportamiento y dinámica del espacio geográfico a través de los flujos hídricos, superficiales y subterráneos, así como los flujos de nutrientes, materia y energía que se establecen en el complejo mosaico que conforman el conjunto de paisajes terrestres, acuáticos y sus interfaces, es decir, la expresión espacial de los ecosistemas.

Los últimos dos niveles jerárquicos se refieren a escalas más detalladas de análisis en las cuales se pone un mayor énfasis en los componentes críticos del Sistema Ambiental Regional en relación a la naturaleza y características del proyecto a nivel del predio. Mientras que a nivel de proyecto, el enfoque se centra en las áreas aprovechables del predio.

De esta manera, a partir del establecimiento de niveles de organización es posible identificar las características regionales y locales de la estructura y organización de dichos ecosistemas en cada uno de los niveles permitiendo la articulación del Sistema Ambiental Regional, las unidades homogéneas, el predio y las áreas aprovechables del proyecto.

#### **IV.I.2. Criterios de definición y escalas de información requerida.**

Desde el planteamiento geosistémico, García Romero (2002) señala que los componentes de mayor escala de manifestación denominados como macroestructuras se caracterizan por ser de grandes dimensiones y requieren de mayor tiempo para evidenciar las transformaciones propias de su evolución por lo que se les puede considerar como los más estables e independientes del sistema. En este grupo se encuentran el clima y las morfoestructuras, los cuales conforman el nivel de análisis y cuya información generalmente se encuentra en escala 1:1,000,000.

Mientras que los componentes de escala media o mesoestructurales se manifiestan en menores dimensiones espaciales que requieren para evidenciar su funcionamiento de períodos de tiempo más cortos, por lo que comparativamente con los anteriores son más dinámicos, cambiantes y dependientes. Este otro grupo lo conforman, en orden decreciente en términos de estabilidad, el relieve, el agua –superficial y subterránea-, los suelos y por último la vegetación. En este mismo orden se dan los diferentes niveles de información y escala de análisis.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

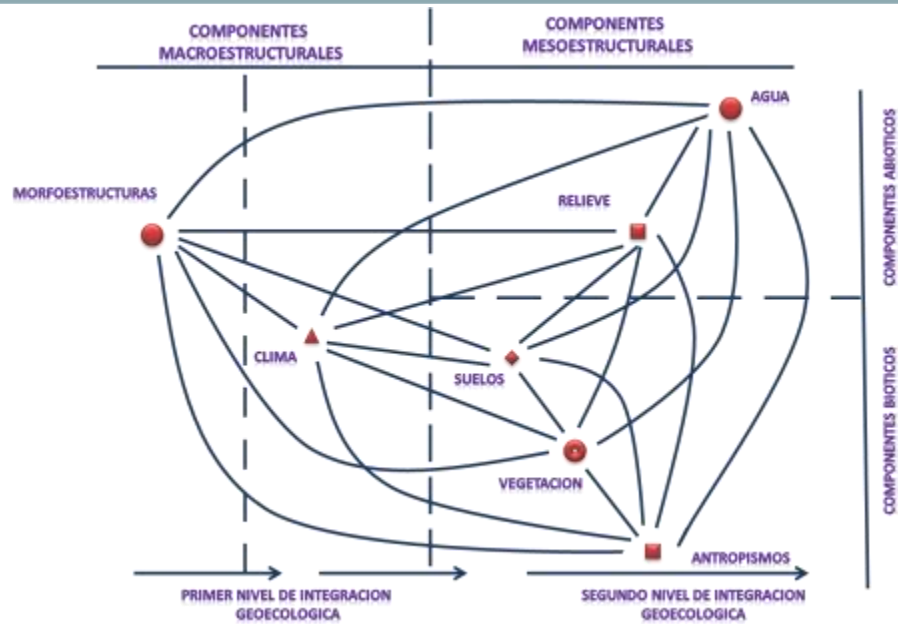


Figura IV. 3. Modelo de la integración natural de los componentes según García Romero (1998).

Fuente: Tomado de García Romero, A. 1998.

García Romero señala que esta diversidad espacio-temporal de los componentes ambientales tiene dos implicaciones muy importantes para comprender la forma que se interrelacionan al interior y entre sí para definir la estructura y dinámica de los sistemas naturales o ecosistemas:

- La integración de los componentes ambientales debe realizarse partiendo de dos niveles escalares básicos que permiten reflejar la estructura y configuración del sistema natural.
- La escala de manifestación de cada componente se encuentra altamente relacionada con su estabilidad y susceptibilidad para ser influenciado por otros componentes, estableciéndose de esta forma la jerarquía natural entre ellos y diferenciándose los que son claves del funcionamiento del sistema natural y aquellos de menor importancia que están subordinados a los primeros.

La profundidad en el tratamiento otorgado a cada componente y subcomponente va a depender del grado de influencia que tenga sobre el comportamiento de otros componentes que le estén subordinados, así como del significado de su rol dentro del sistema ambiental regional. Desde esta perspectiva García Romero plantea la existencia de "agentes", es decir, componentes que desempeñan una función sobresaliente para el mantenimiento de la estructura ecosistémica y que le confieren el carácter de unicidad con respecto a los ecosistemas aledaños.

Con base en esta aproximación se describen las principales actividades para la definición y caracterización del SAR y consecuentemente se tiene un modelo de funcionamiento ecosistémico adaptado a la escala y tipo de proyecto en análisis.

#### **IV.1.3. Criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional.**

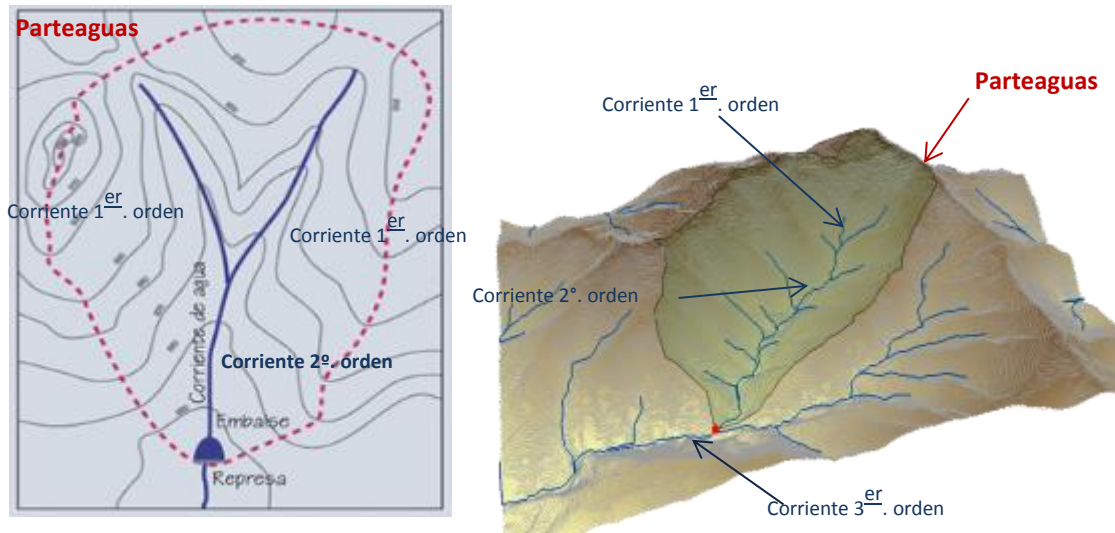
El criterio principal para la delimitación espacial del Sistema Ambiental Regional es la definición de microcuencas hidrográficas ya que acuerdo con Garrido, Pérez Damián, *et. al.* (2010) y Toledo (2006), éstas son la aproximación conceptual más utilizadas para el estudio y gestión de los recursos naturales en México y el mundo, ya que la delimitación y análisis de éstas permiten comprender el comportamiento y dinámica del espacio geográfico a través de los flujos hídricos, superficiales y subterráneos, así como los flujos de nutrientes, materia y energía que se establecen en el complejo mosaico que conforman el conjunto de paisajes terrestres, acuáticos y sus interfaces, es decir, la expresión espacial de los ecosistemas.

Dicho entonces, la Cuenca Hidrográfica se considera como un sistema dinámico y abierto, donde el agua es el principal elemento integrador, el cual al interactuar con la atmósfera, la superficie de la tierra, la cobertura vegetal, los suelos y el sustrato geológico, entre los componentes ambientales constituye un complejo mecanismo de interconexión y transferencia de materia, energía e información que se distribuye desde las partes altas hacia las bajas. Y de esta manera establece procesos de transferencia y regulación que caracterizan a cada sistema, definiendo su funcionamiento y su dinámica particular.

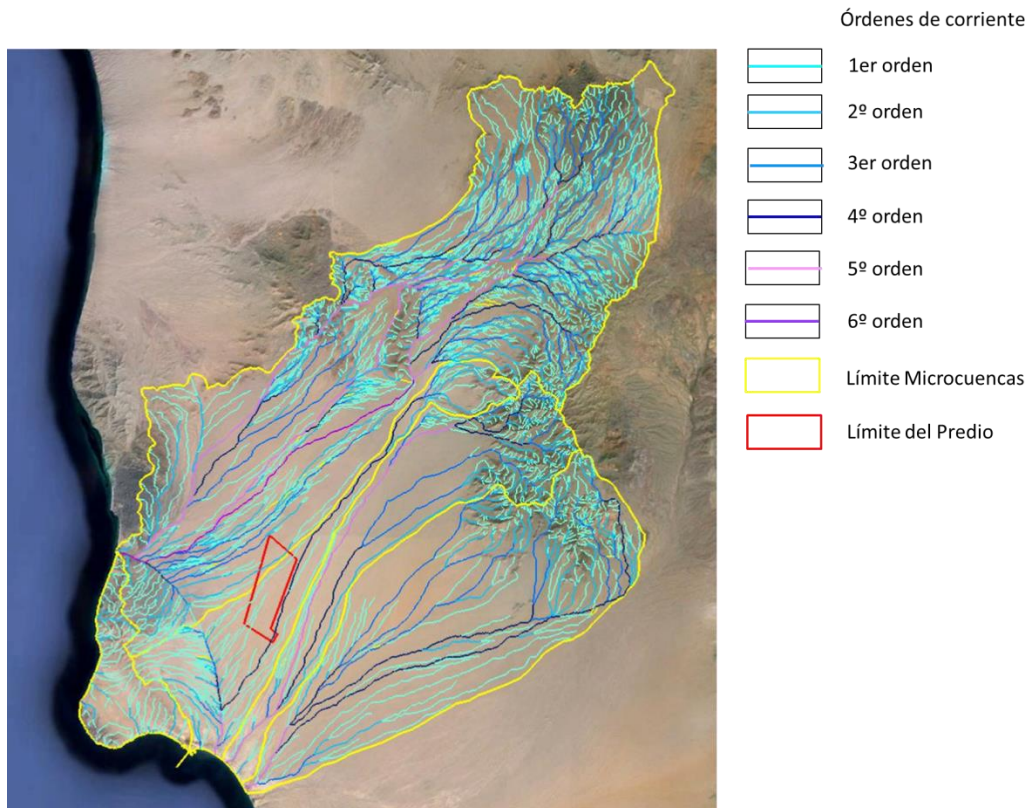
El análisis de una Cuenca Hidrográfica comprende los aspectos estructurales y funcionales tanto geomorfológicos, biológicos, ecosistémicos, etc., que caracterizan al Sistema Ambiental Regional así como su dinámica.

Para su delimitación se tomó como punto de partida la identificación y clasificación de órdenes de corriente que conforman la red de drenaje. El método empleado es la aplicación de la clasificación propuesta por Horton (1945), modificada por Strahler (1957), considerando las corrientes de primer orden, las que no presentan ramificación; las corrientes de 2° orden, cuando reciben a los de 1er orden; y las corrientes de 3er orden cuando reciben a los de 2° orden de corrientes y así sucesivamente. Con base en el análisis de la configuración topográfica y la hipsometría del relieve, se identificaron los interfluvios y se señalaron las divisorias de aguas elementales (parteaguas locales) que delimitan a

cada microcuenca. Para lo cual se empleó la información topográfica de INEGI a escala 1:50,000 con curvas de nivel a cada 20 metros auxiliándose de modelos de terrenos generados en un sistema de información geográfica.



**Figura IV. 4.** Delimitación de microcuencas hidrográficas a partir de órdenes de corriente.  
FUENTE: Elaborado por QV Gestión Ambiental a partir de Horton y Strahler.



**Figura IV. 5.** Identificación de órdenes de corriente y delimitación de microcuencas.  
FUENTE: Elaborado por QV Gestión Ambiental a partir de Horton y Strahler.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"



Figura IV. 6. Delimitación de microcuencas.



Figura IV. 7. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

## **IV.2. Procesos ecosistémicos (definición y procesos ecosistémicos relevantes a nivel del SAR).**

Para llevar a cabo la caracterización ambiental del SAR se consideró la integración e interacción de cada uno de los componentes ambientales climáticos, hidrológicos, geomorfológicos, geológicos, edáficos, así como el impacto antrópico sobre los factores ambientales mencionados, donde es importante resaltar los aspectos sociales, económicos y culturales ya que están relacionados con el uso y explotación de los recursos naturales. Por lo tanto, al contemplar áreas tan amplias es necesario, a fin de permitir un mejor manejo de la información, referirla a nivel de procesos ecosistémicos, particularmente para el medio físico y a nivel de componente ambiental para el medio biótico, teniendo como principal objetivo el análisis, diagnóstico, caracterización y evaluación ambiental de las condiciones actuales del SAR así como de las áreas aprovechables del proyecto a fin de establecer un esquema de desarrollo basado en un sistema productivo económico, social y ambientalmente sustentable.

Derivado de lo anterior, los siguientes procesos ecosistémicos son considerados como relevantes sobre el funcionamiento del SAR:



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

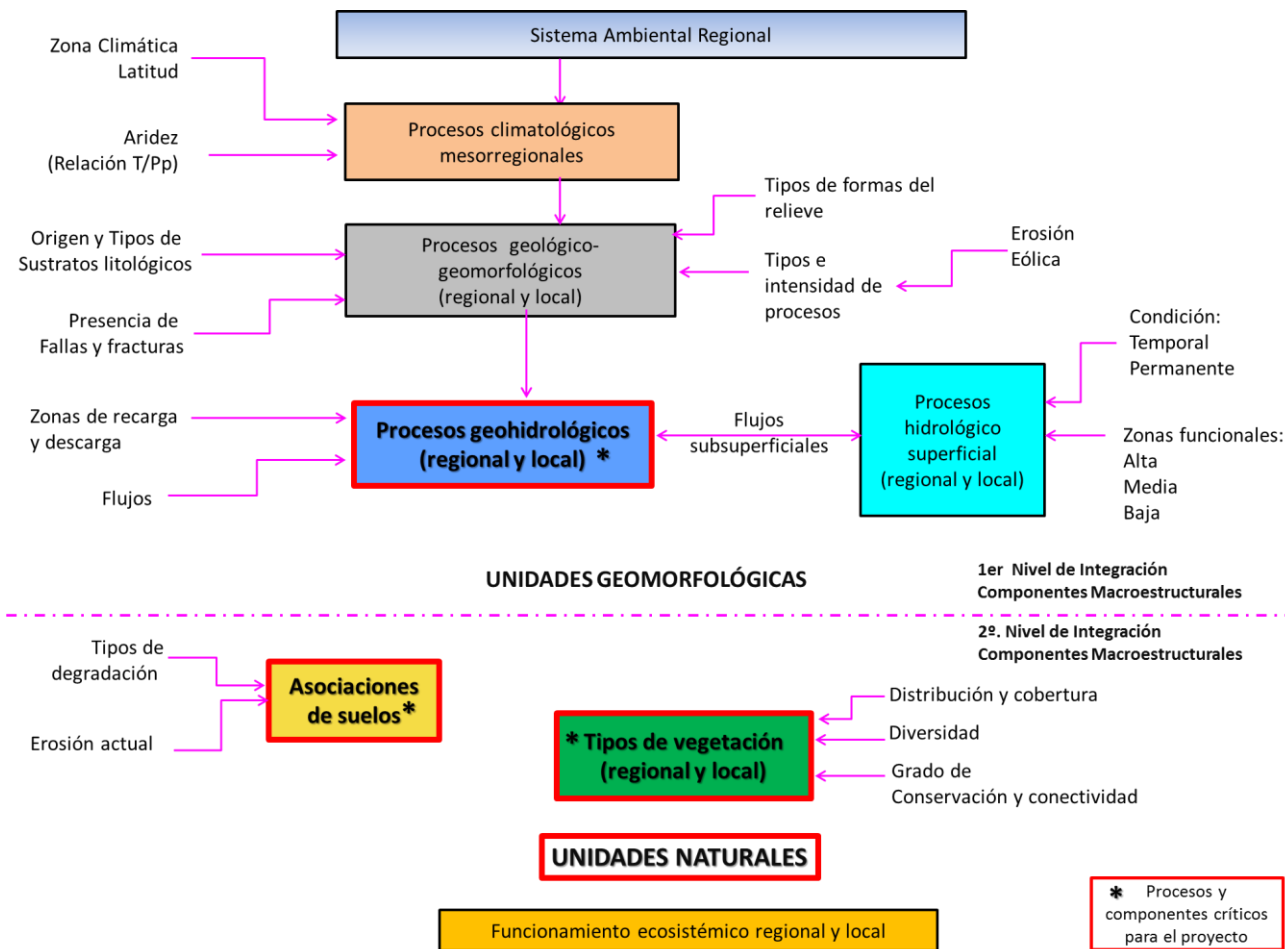
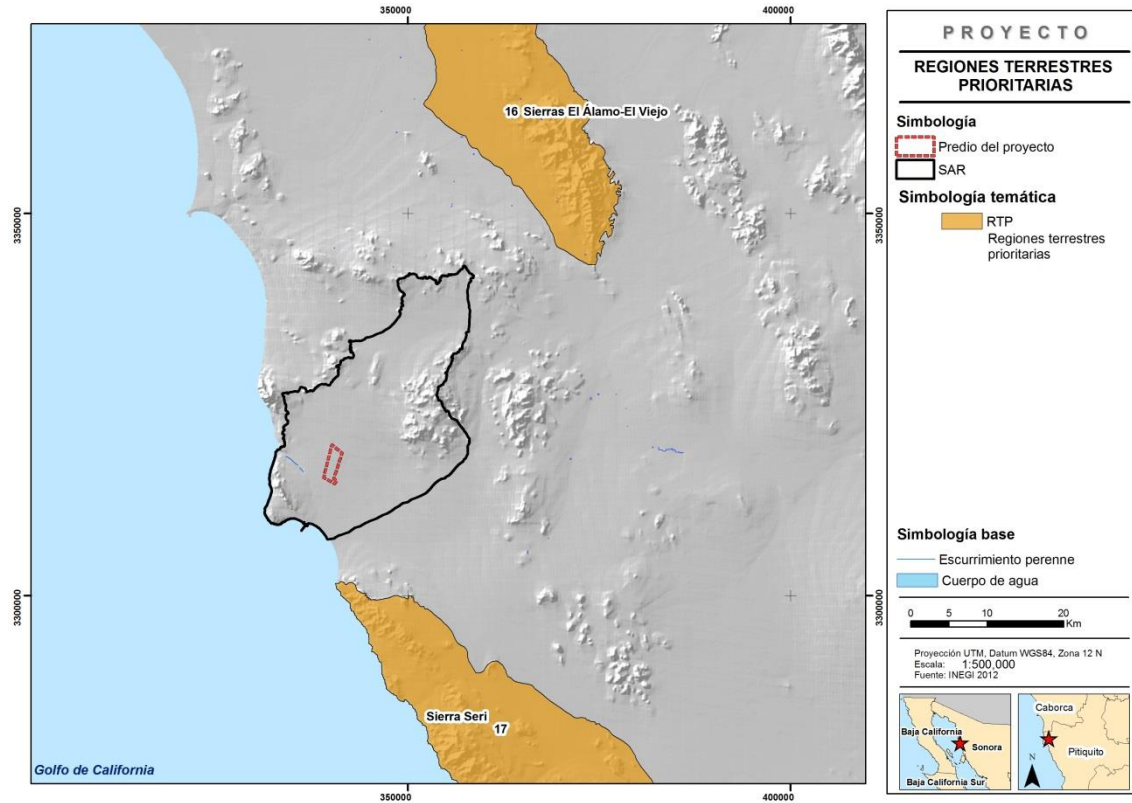


Figura IV. 8. Esquema de funcionamiento ecosistémico del SAR e identificación de componentes críticos para el proyecto.

- Procesos climatológicos mesorregionales. El emplazamiento del predio del proyecto en una zona de alta presión por su posición latitudinal define condiciones climáticas regionales y mesorregionales extremas, sobre todo de temperatura y humedad. El predominio de un clima seco representa una baja disponibilidad de humedad atmosférica y escasas precipitaciones y condiciona al resto de los procesos asociados tanto a los componentes macroestructurales como los mesoestructurales. La morfología del relieve define también condiciones microclimáticas particulares por lo que en conjunto establecen condiciones para el comportamiento hidrológico regional y local así como para el desarrollo de suelos y distribución de la vegetación.
- Procesos geológico-geomorfológicos. El origen geológico junto con el clima definen la morfología del relieve así como el tipo e intensidad de procesos que lo modelan. Asimismo, vinculados a su origen se definen el arreglo vertical y horizontal así como las propiedades estructurales y de permeabilidad de los sustratos litológicos.
- Procesos hidrológicos (subterráneos y superficiales). Su comportamiento está fuertemente vinculado al origen geológico-geomorfológico así como a las condiciones mesoclimáticas. Así, al ser una zona muy seca con condiciones de aridez, la disponibilidad del recurso hídrico se restringe principalmente al subterráneo. De ahí que los procesos geohidrológicos sean los más relevantes para comprender la estructura y dinámica del SAR los cuales dependen de la permeabilidad de las rocas entre otros rasgos litológicos y estructurales.

## Regiones CONABIO

### Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)



**Figura IV. 9.** Localización del SAR y predio del proyecto con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias.

Las Regiones terrestres prioritarias cercanas al SAR son dos:

**Tabla IV. 1.** Distancia del SAR con respecto a las RTP de la región.

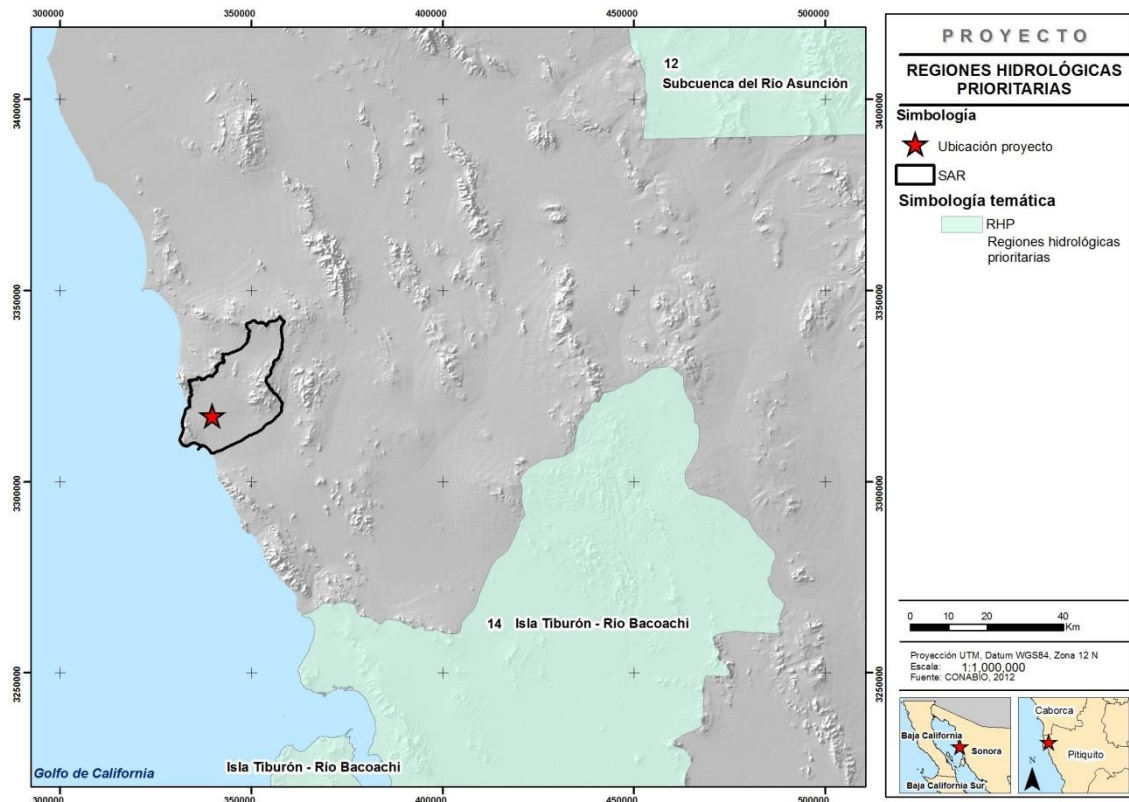
RTP	Distancia con respecto al SAR (km)
RTP 16 Sierras el Álamo-El Viejo	11.79
RTP 17 Sierra Seri	5.79

Debido a la distancia que existe entre el SAR, el predio del proyecto y las RTP no existe interacción alguna, por lo que el proyecto no ejercerá ningún tipo de influencia sobre la dinámica ni la problemática que afecta a alguna de estas dos regiones.

## Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Con respecto a las RHP identificadas por CONABIO, el SAR y el predio del proyecto no se ubica dentro de ninguna de éstas.

La RHP 24 denominada Isla Tiburón-R. Bacoachi se ubica a una distancia superior a los 50 Km y no se verá influenciada por ninguna de las actividades del proyecto.



**Figura IV. 10.** Localización del SAR y predio del proyecto con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias.

## Áreas de Importancia para la Conservación de las AVES (AICA's)

Dentro del SAR no se encuentra ninguna Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). El AICA 14 más cercana es la denominada Isla Tiburón - Canal El Infiernillo- Estero Santa Cruz se encuentra en el Golfo de California y se encuentra a una distancia superior a los 60 Km por lo que no se verá afectada por el proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

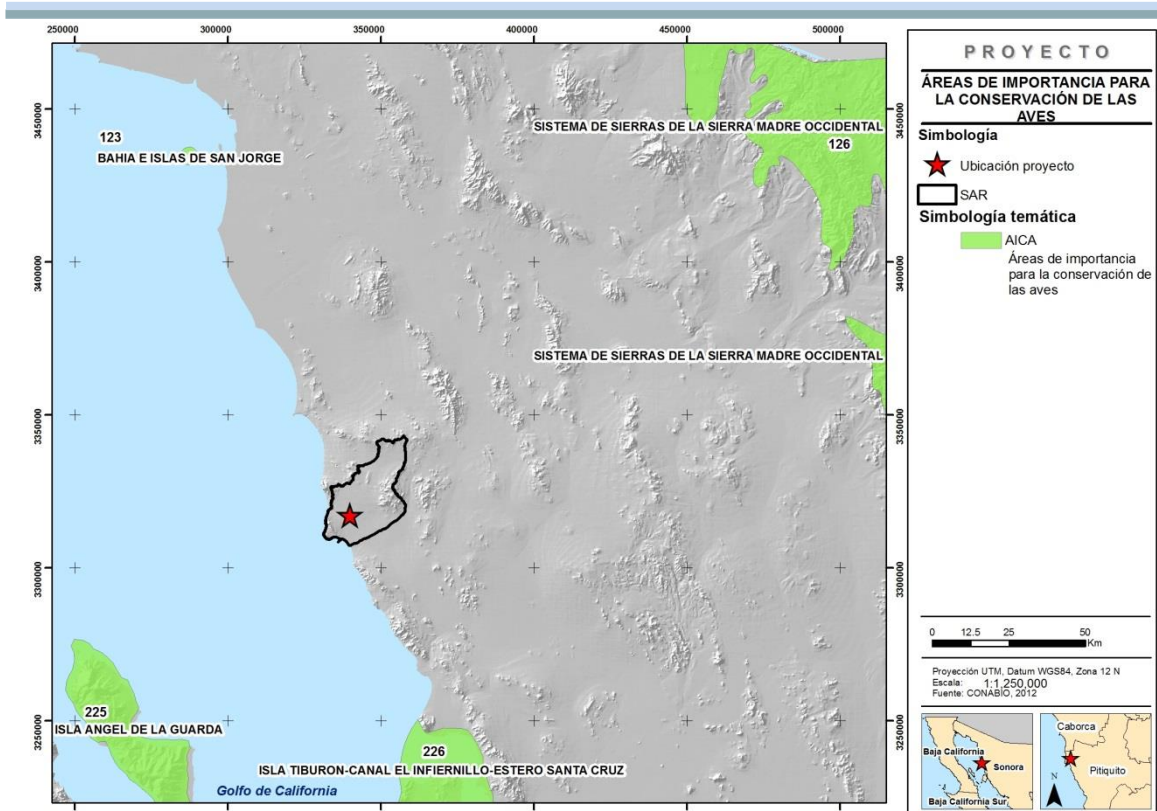


Figura IV. 11. Ubicación del SAR con respecto a las AICA's más cercanas.

### IV.3. Caracterización y análisis del Sistema Ambiental Regional (SAR)

En esta sección se presenta una descripción de los elementos bióticos y abióticos del Sistema Ambiental Regional, el cual se trata de un espacio específico con una heterogeneidad relativa en su estructura y función por lo que a continuación se presenta la descripción y análisis de los componentes ambientales que conforman la estructura del SAR, los cuales se agrupan en tres categorías: medio abiótico; medio biótico y medio socioeconómico.

#### IV.3.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional

##### IV.3.1.1. Medio Abiótico.

###### a) Clima

El tipo de clima que se presenta en el Sistema Ambiental Regional de acuerdo con el sistema de clasificación de climas de Köppen, modificado por García (1982),

corresponde al tipo desértico muy seco (BW), el cual se caracteriza por presentar precipitaciones inferiores a 400 mm al año, con una temperatura media anual de 18°C a 26°C, se distribuye a lo largo de la costa, desde el límite con Sinaloa hasta el noroccidente de la frontera con los Estados Unidos de América, particularmente se registra el subtipo climático Muy Árido, Semicálido con lluvias en verano BWh(x'), con una temperatura media anual de 21°C, se caracteriza principalmente porque la mayor parte de las lluvias se presentan en el mes de agosto y en ocasiones en los meses de julio y octubre.

En este mismo sentido, el tipo de clima que se presenta en el predio, y por lo tanto en el área aprovechable del proyecto es del tipo desértico muy seco (BW) con el subtipo climático muy árido, semicálido con lluvias en verano [BWhw(x')].

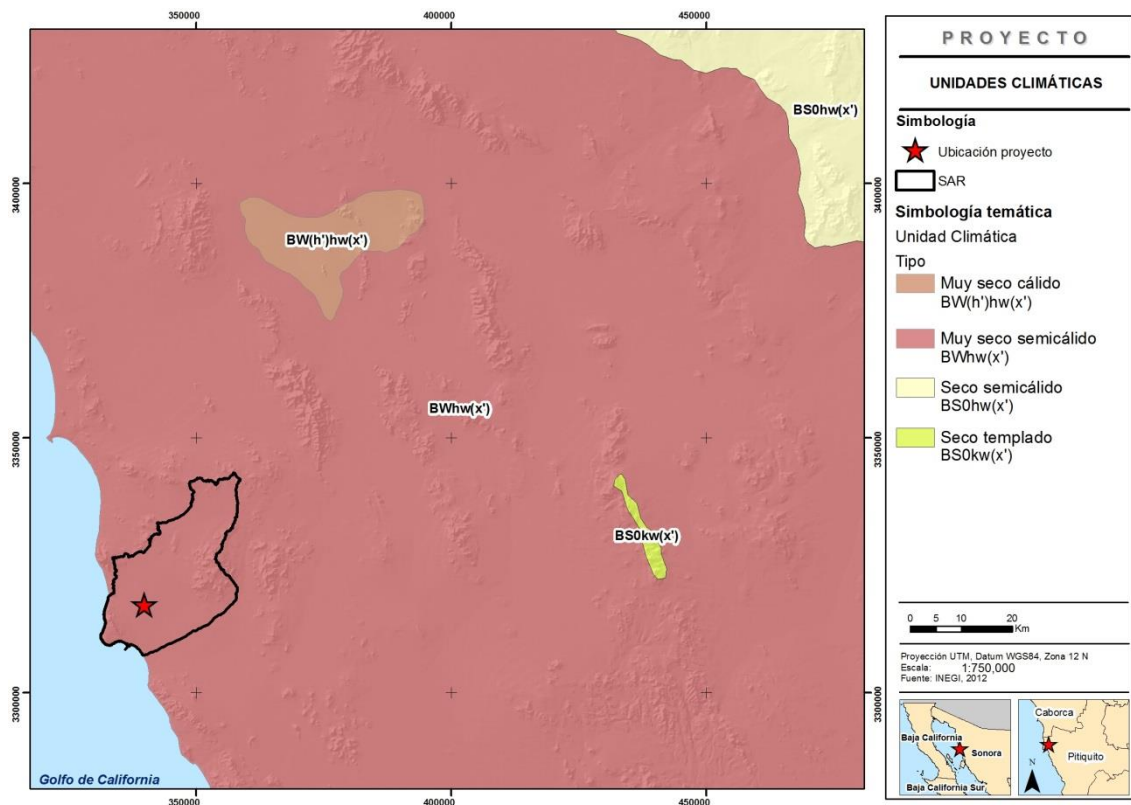


Figura IV. 12. Tipos de climas presentes a nivel SAR

### Temperaturas

Como panorama general de la región se tienen datos registrados en el noroeste de Sonora, en donde la temperatura media anual varía en un rango de 22°C a 26°C. La estación meteorológica ubicada en Hermosillo reportó que la temperatura media mensual más alta en general corresponde al mes de julio, la temperatura media mensual más baja se presenta en enero con 17.3 °C (INEGI, 2000). Las fluctuaciones diurnas alrededor de la media son grandes, particularmente en las regiones áridas,

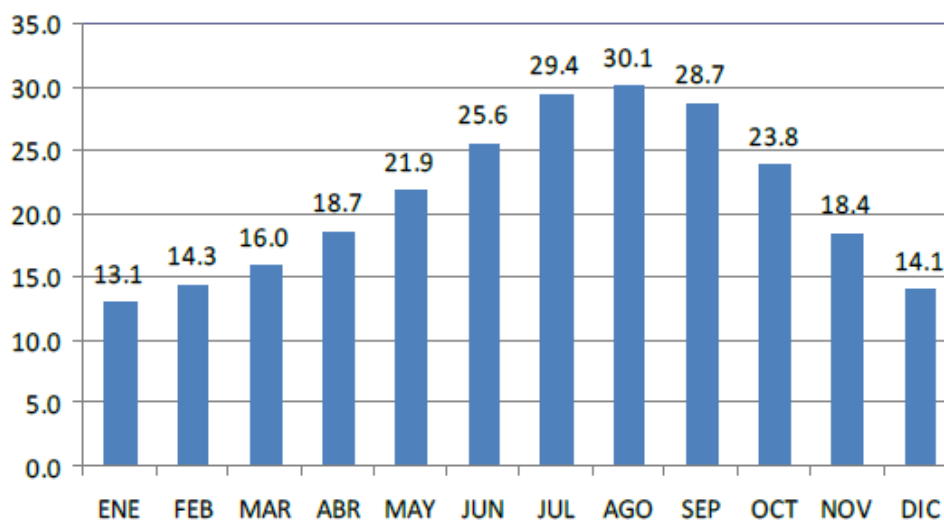
donde pueden exceder los 10 °C, las temperaturas más bajas están asociadas a frentes fríos del Norte (Roden y Emilson, 1980).

En el caso del Sistema Ambiental Regional, se tomaron datos de la estación meteorológica 00026093 del Servicio Meteorológico Nacional ubicada en el municipio de Pitiquito de Sonora, de acuerdo con datos obtenidos de la misma durante el periodo comprendido entre 1971-2001 (30 años), la temperatura media anual en el municipio es de 21.8°C, la temperatura máxima anual fue de 31.3°C, y finalmente la temperatura mínima anual fue de 12.4 (véase la Tabla siguiente). De acuerdo con la misma fuente, la temperatura más baja registrada fue de -0.2°C en 1972, mientras que el año más caluroso fue 1978 con una temperatura de 43.2°C.

**Tabla IV. 2.** Temperatura media mensual (°C) registrada en la estación 00026093 ubicada en el municipio de Pitiquito, Sonora.

Concepto	Período	Mes												Anual
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Promedio	1971-2001	12.9	14.7	16.8	20.0	23.6	28.9	32.0	31.3	28.9	23.3	16.8	12.8	21.8
Máxima		21.5	23.9	26.5	30.9	34.9	40.2	40.4	39.3	37.8	32.6	26.0	21.2	31.3
Mínima		4.3	5.5	7.1	9.2	12.4	17.7	23.5	23.2	20.1	13.9	7.6	4.4	12.4

Con respecto a las condiciones que presenta el predio total del proyecto de acuerdo con los datos reportados en la estación 00026212 del Servicio Meteorológico Nacional ubicada en Puerto Libertad, la temperatura media anual en la estación es de 21.2 °C. La temperatura media mínima corresponde al mes de enero, con 13.1 °C, mientras que la temperatura media más alta se registró en el mes de agosto con 30.1 °C.



**Figura IV. 13.** Temperatura media en la estación Puerto Libertad, Sonora (Unidades en °C).

## Precipitación

El Desierto de Sonora registra principalmente tormentas eléctricas, las lluvias son escasas; presentándose en los meses de octubre a enero, con una precipitación de 241.8 mm anuales, de tal forma que sus llanuras reciben una precipitación al año muy escasa, que va de 40 mm, en las partes más áridas del Gran Desierto, a casi 600 mm en las faldas de la Sierra Madre Occidental (Ezcurra *et al.*, 2007).

Las precipitaciones totales y anuales en el noroeste de Sonora son de 242.7 mm, siendo julio o agosto el mes más lluvioso con un promedio de precipitación de 74.2 mm. En la zona de la costa la precipitación anual es de 0 a 125 mm (Vidal-Zepeda, 1989), con un coeficiente de variación del 40 al 75% (García, 1989); con 20 a 40 días al año de precipitación apreciable (mayor de 0.1 mm) y de 10 a 20 días al año de precipitación inapreciable, mientras que en la porción Este del Estado, la precipitación anual varía entre 125 a 400 mm (Vidal-Zepeda, 1989).

El promedio de precipitación anual para el noroeste de Sonora es de 50 a 200 mm. En el mes de agosto, mes en que se concentran la mayor parte de las lluvias, la precipitación promedio es de 1 a 40 mm (García y Mosiño, 1989).

En el municipio de Pitiquito, de acuerdo con los datos reportados en la estación meteorológica 00026093 durante un periodo de 30 años (1971-2001), se registró una precipitación anual de 255.5 mm, en el mismo periodo la precipitación mensual mínima fue de 1.7 mm durante el mes de mayo y la máxima de 176.0 mm en el mes de julio, (ver Tabla siguiente). En general los meses en que se registraron mayores precipitaciones fueron julio y agosto.

**Tabla IV. 3.** Precipitación total mensual (mm) en la estación meteorológica Pitiquito, Sonora.

Precipitación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Anual
Normal	16.2	18.3	13.2	4.5	1.7	1.9	61.1	58.5	26.8	16.7	12.6	24.0	255.5
Máxima mensual	97.0	63.0	58.2	45.2	21.5	18.0	176	158.7	100.5	82.9	39.8	88.6	
Año de máxima	1993	1995	1983	1992	1976	1972	1988	1993	1975	2000	1997	1994	
Máxima diaria	39.5	44.8	38	19.0	21.0	9.5	62.7	79.0	64.8	42.5	37.2	46.5	
Fecha con máxima diaria	17/ 1993	15/ 1995	07/ 2000	01/ 1992	04/ 1976	30/ 2000	07/ 1999	17/ 1998	11/ 1999	04/ 1989	05/ 1995	05/ 1994	
Años con datos	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	

La precipitación total anual que se presenta en el Sistema Ambiental Regional corresponde a dos rangos:

- 1) De 100 a 200 mm de precipitación, el cual prácticamente se presenta paralelo a las costas hasta la cota de los 320 msnm, y



2) De 200 a 300 mm se distribuye principalmente dentro del municipio de Pitiquito y predomina en altitudes que superan los 320 msnm.

La precipitación media anual en el SAR de acuerdo con los datos de la estación Puerto Libertad, Sonora, es de 102.8 mm. Los meses con menor lámina de lluvia son abril, mayo y junio, y las precipitaciones mayores se registran en la temporada de verano e invierno.

El mes de diciembre es cuando se registra la precipitación más alta, con 17.3 mm, mientras que la menor lámina de lluvia se registra en el mes de mayo con 0.3 mm.

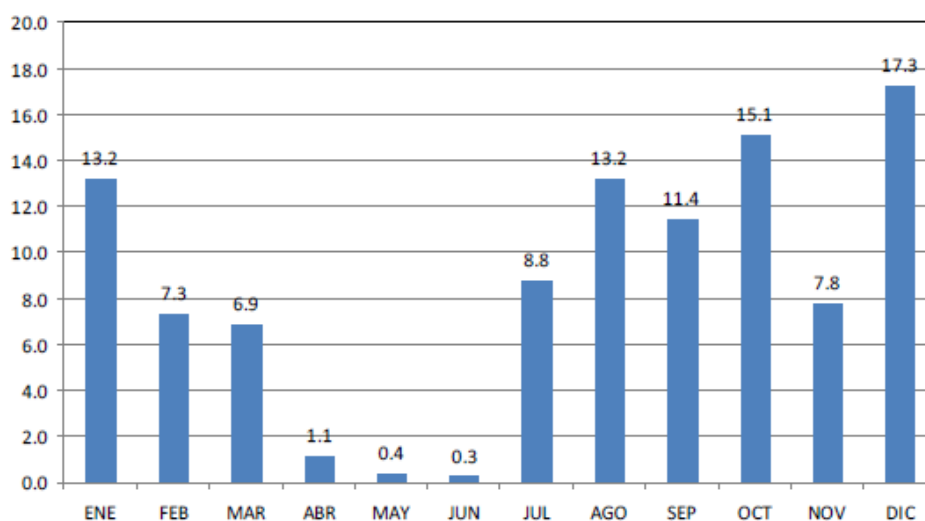


Figura IV. 14. Gráfica de precipitación media en Puerto Libertad, Sonora (Unidades en mm)

### Balance hídrico (evaporación y evapotranspiración)

El término evapotranspiración se designa al proceso combinado de evaporación desde el suelo y la transpiración de las plantas. La intensidad de la evapotranspiración depende, principalmente de la radiación solar, viento, temperatura y humedad del aire (Borda, 2002).

En lo que corresponde al Sistema Ambiental Regional la evaporación total anual es mayor a 2,200 mm al año (Hernández, 1989), mientras que la evaporación real media anual está entre 200-500 mm al año (Maderey-R y C. Torres-Ruata, 1991), debido a que la precipitación es menor que la evaporación y la evapotranspiración, se presenta un desequilibrio hídrico que da como resultado un índice de aridez (P/E) de 0.15 mm correspondiente a sitios áridos según la clasificación de Davidson (Hernández, 1989), por consecuencia se presenta una sequía muy característica en gran parte del estado de Sonora.

Específicamente dentro del predio y el área aprovechable del proyecto, de acuerdo a los datos registrados durante 12 años, en la estación meteorológica Puerto Libertad, la evaporación total anual es de 2,353.4 mm al año (SMN, 2007), mientras que la evaporación real media anual está entre 106.8 y 261.9 mm al año (de un total de 18 registros anuales). Como ya se mencionó la mayor parte del estado de Sonora se considera árido según la clasificación de Davidson (Hernández, 1989); por lo que, tanto el predio total, como el área aprovechable del proyecto pueden clasificarse como sitio en sequía permanente.

### Eventos meteorológicos o fenómenos climatológicos (heladas, nevadas y huracanes etc).

Dado el tamaño de los siguientes eventos climáticos, la información se consideró a nivel de estado:

#### Heladas

En el estado de Sonora, de acuerdo a lo reportado por SEGOB (2007), las heladas se presentan principalmente en la porción Norte, Noreste y Oriente del mismo, siendo éstas las zonas más afectadas, con algunas afectaciones ocasionales en las regiones costeras (SEGOB, 2007), presentando de 50 a 100 días al año nublados y menos de 10 días al año heladas (Vidal-Zepeda y García, 1992). Cabe notar que la frecuencia de heladas es baja y las mismas tienen incidencia principalmente en los meses de noviembre a febrero (véase la Tabla siguiente).

Tabla IV. 4. Registros de días con heladas de 1984 a 2003.

Estación	Periodo	Mes											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>Pitiquito</b>													
Total	De 1986 a 2001	89	42	10	1	0	0	0	0	0	0	27	105
Año con menos heladas	1991	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Año con más heladas	1999	7	8	1	0	0	0	0	0	0	0	3	12

#### Granizadas

Las granizadas son poco frecuentes en el Estado, excepto en la Sierra Madre Occidental, pues en algunos sitios como en el poblado de Maycoba y sus alrededores

llegan a registrarse de 1 a 4 granizadas al año (SAGARPA, 2007), por lo que la probabilidad de que ocurran en la superficie que abarca el área de referencia (Subcuenca Puerto Libertad), es baja.

### **Huracanes o Ciclones.**

En particular en el estado de Sonora, las trayectorias de los ciclones son casi paralelas a la costa; aunque en los meses de septiembre y octubre los ciclones más lejanos cambian su dirección para incidir casi de manera perpendicular a las costas, principalmente en la zona limítrofe con Sinaloa, en relación a la recurrencia de penetración está es de 2 a 4 años, siendo una de las más altas en México (SEGOB, 2007).

En la Figura siguiente, se muestran las trayectorias de los ciclones tropicales del Pacífico Nororiental para el año 2008:

Con respecto al predio, se han registrado cinco huracanes de acuerdo a los registros históricos de la Central termoeléctrica de CFE ubicada en Puerto Libertad.

**Tabla IV. 5.** Registros de huracanes.

Nombre	Categoría	Fecha	Vientos Km/h
Katrina	Huracán	30 Ago-3 Sep/1967	139
Joanne	Huracán	30 Sep-7 Oct/1972	158
Raymond	Huracán	25 Sep-5 Oct/1989	232
Lester	Huracán	20-24 Ago/1992	130
Hilary	Huracán	17-27 Ago/1993	195

De acuerdo con los datos registrados por el Sistema Meteorológico Nacional (Hernández, 2007), de los Ciclones Tropicales que han impactado al Golfo de California, únicamente el ciclón tropical Juliette, ha impactado directamente sobre Puerto Libertad, el cual tocó tierra a 15 km al sureste de la Localidad, en carácter de Tormenta Topical, con vientos de hasta 55 km/hr, debilitándose a una baja presión pasando a la categoría de Depresión Tropical manteniendo un rumbo con trayectoria Noroeste, entrando en proceso de disipación al hacer contacto con las costas de Baja California.

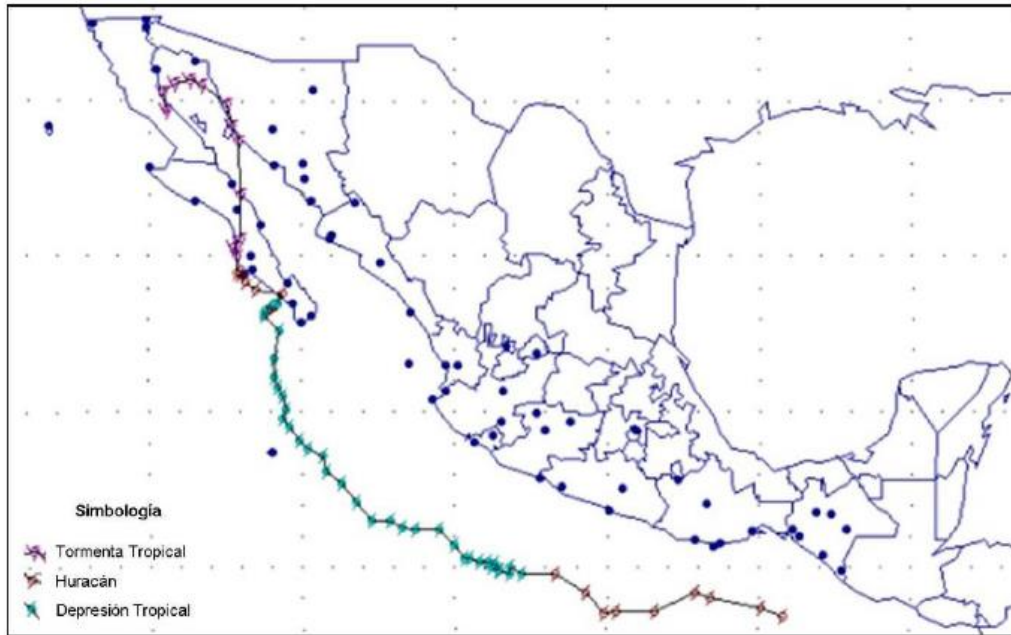


Figura IV. 15. Trayectoria del Huracán Juliette

## b) Geología y geomorfología

### Geología

La columna estratigráfica de los afloramientos litológicos que ocurren dentro del Sistema Ambiental Regional varían en edad desde el Triásico hasta el Reciente, la siguiente Figura ilustra la Columna Estratigráfica Regional:

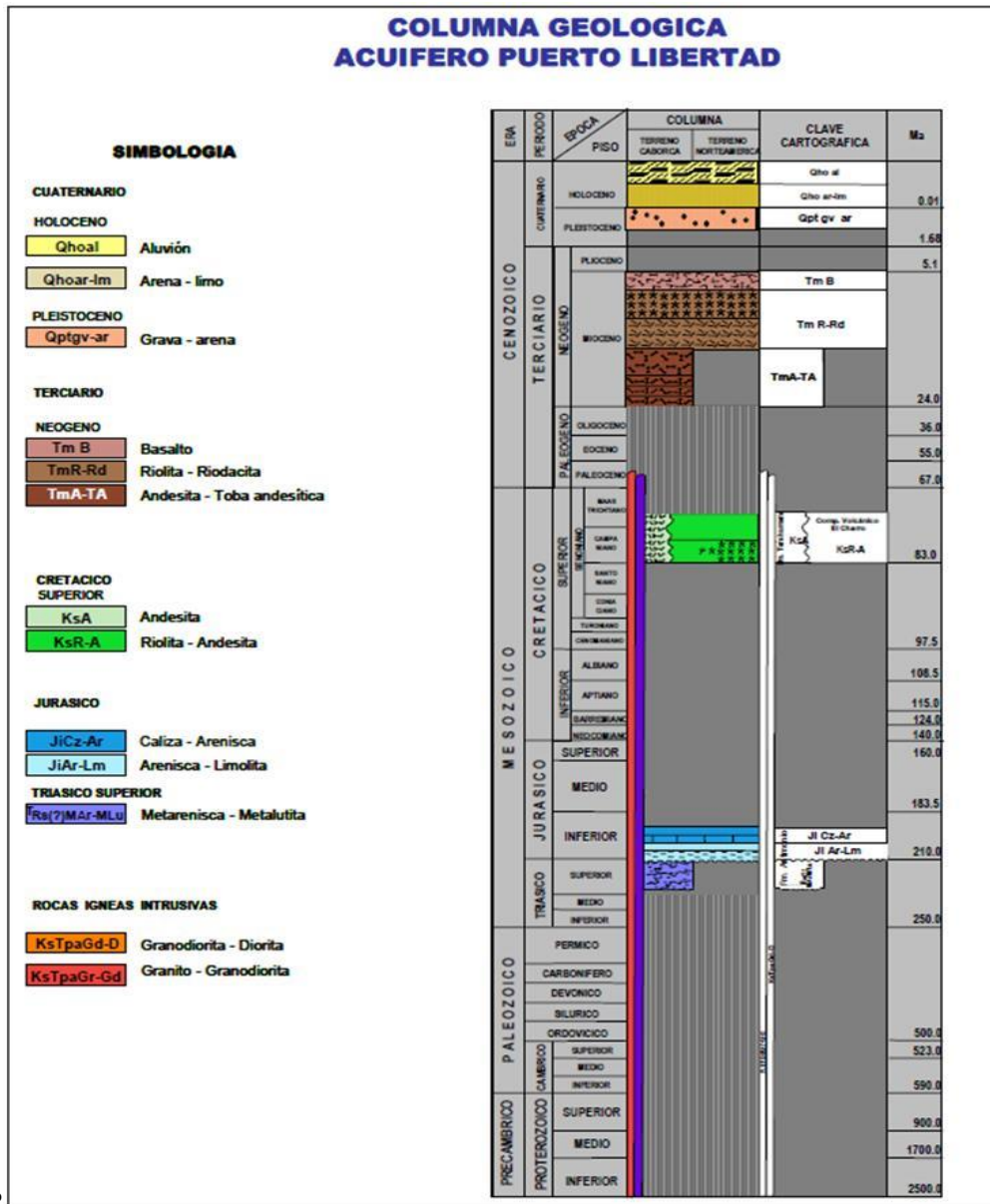


Figura IV. 16. Columna Estratigráfica del Sistema Ambiental Regional.

La unidad más antigua está constituida principalmente por caliza y limolita que afloran al norte de la Sierra El Álamo (hacia el norte fuera de esta área de estudio), y por las unidades TRs, Mar-MLu, Ji Ar-Lm y Ji Cz-Ar, correlacionables con la Formación Antimonio (González L.C., 1980). Estas unidades afloran en la porción central del acuífero, en el área del Rancho El Caracol y en la Sierra El Julio, pero sus principales afloramientos se dan en la localidad tipo de la Sierra del Antimonio (hacia el noreste fuera del área de estudio). Estas rocas representan depósitos marinos de arenisca, caliza, limolita, lutita y conglomerado de 4 km de espesor (González L.C., 1980), con abundante contenido fosilífero.

Cubriendo discordantemente a las rocas de la Formación Antimonio, afloran la secuencia volcanosedimentaria Ks A, la cual está constituida por riolita, andesita, y escasos horizontes en la base de la secuencia de arenisca, arenisca conglomerática y conglomerado. Sus principales afloramientos se localizan en la Sierra de Aguirre.

Afectando a las unidades precretácicas afloran rocas intrusivas representadas por las unidades KsTpa Gr-Gd y KsTpa Gd-D, las cuales están constituidas por granodiorita, granito, cuarzo monzonita, gabro, diorita, y pórfidos andesítico y riodacítico. Éstas rocas afloran extensamente formando parte de las sierras de Aguirre, Julio y en la región costera. Éstas unidades han sido fechadas con edades que varían de  $64.3 \pm 2$  Ma. (Damon et al, 1983) hasta  $80.9 \pm 1.8$  Ma. (De Jong, 1988).

En el Mioceno continúa el volcanismo intermedio representado por las unidades Tm A-TA, fechadas en 14.0 Ma. Afloran en pequeños mogotes aislados hacia la región costera. Posteriormente se tienen coladas, derrames y flujos riolítico y riodacítico de las unidades Tm R-Rd, Tm R-Da y Tm Tq-A fechadas por Gastil (1977), en 12.7 Ma. Los afloramientos se encuentran principalmente en la porción centro-este del acuífero.

Del Mioceno Tardío se tienen basaltos andesíticos y basaltos de la unidad TmB, aflorando en cerros aislados en la porción sureste del acuífero. Del Cuaternario se tienen depósitos semiconsolidados y no consolidados de pie de monte, relleno de planicies y aluviales, representados por las unidades Qpt gv-ar, Qho ar-lm y Qho al.

- ***Tectónica Regional***

Los avances logrados en el conocimiento geológico del Noroeste de México han permitido el desarrollo de diversas teorías acerca de la evolución tectónica regional a pesar, incluso, de la escasa disponibilidad de afloramientos, de la presencia de fuertes complejidades geológico-estructurales y del amplio rango de edades de la columna cronoestratigráfica.

En este sentido, las características geológicas y estructurales presentes en el Noroeste de Sonora, particularmente en la región costera, determinan una evolución tectónica que está dada por un conjunto de eventos magmático-estructurales que han operado continuamente desde el Jurásico Tardío hasta el reciente (Staude & Barton, 2001), y que dejan clara una serie de eventos sobrepuestos cuya resultante principal es una fuerte dispersión de afloramientos orientados NW-SE que dan lugar a la morfología típica de la provincia fisiográfica de Sierras y Llanuras Sonorenses.

El orden de ocurrencia de estos eventos, nos permite definir con claridad la tectónica anterior al Cretácico, sin embargo, muchos autores han logrado poner en evidencia la ocurrencia de dos grandes bloques Proterozoicos yuxtapuestos durante el Jurásico

mediante un sistema de estructuras corticales de movimientos transgresivos sinestrales de grandes desplazamientos laterales conocido como Megacizalla Mojave-Sonora (Anderson & Silver, 2005, y referencias incluidas), cuya influencia estructural muestra una traza continua desde Sonora Central hasta el Oeste de Arizona; posiblemente estos desplazamientos corticales dan origen a la configuración actual dispersa del basamento Proterozoico, registrado en diversas partes del Estado mediante cuerpos ígneo-metamórficos segmentados (zócalo estructural) y secuencias sedimentarias marinas detrítico-carbonatadas (cobertura estructural), también del Proterozoico (Rodríguez-Castañeda, 1984; Longoria et al., 1978), como la Formación Gamuza, que aflora en Sierra El Viejo.

Asimismo, ha sido bien documentado también que durante el Cretácico Superior, aproximadamente a partir de los 90 Ma, inició un largo período de subducción de la Placa Farallón (ahora extinta) bajo la Placa Norteamérica (Nakanishi & Winterer, 1998); en este proceso la Placa Farallón, la cual consistía de una corteza oceánica que incluía fragmentos de corteza continental (posiblemente arcos de islas) que fueron intermitentemente acrecionados a la Placa Norteamérica, ocasionó la activación de un fuerte magmatismo y deformación continental mediante sistemas estructurales compresivos y generación de grandes fallas inversas de bajo ángulo (cabalgaduras) en la corteza superior (Stern, 2004). A este episodio orogénico se conoce con el nombre de Orogenia Laramídica y se extiende a lo largo del margen Pacífico de Norteamérica sobreponiéndose a los eventos tectónicos anteriores y afectando a todas las secuencias Cretácicas y pre-Cretácicas, de tal forma que el registro litológico queda seriamente afectado con plegamiento, segmentación estructural, metamorfismo y deformación frágil y dúctil.

Aunque el vector de subducción ha sido determinado con dirección ENE-NE, actualmente el sistema estructural que le representa es ligeramente oblicuo (N-NNE; Cerca-Martínez, et al., 2004). Este evento está muy poco registrado dentro del área del Acuífero Arroyo Sahuaro, ya que solo ocurren escasos afloramientos de secuencias volcanosedimentarias además de que los cuerpos plutónicos de composición granítica de esta edad son también escasos, sin embargo, es posible encontrar algunas de estas masas ígneas intrusivas cortando las unidades del Proterozoico.

Una vez concluido el proceso de subducción, inicia un relajamiento cortical asociado a la pérdida de energía acumulada durante la subducción (Peccerillo, 2005) que dio origen a la provincia extensional del Basin and Range durante el Mioceno aproximadamente entre los 25 y los 12 Ma (McDowell & Roldán-Quintana, 1991; Bartolini et al., 1992; Gans, 1997). Este evento es un episodio tectónico regional muy importante que ocurre en gran parte del Oeste de Estados Unidos y Noroeste de México, puesto que representa una etapa de adelgazamiento cortical que contrarresta

el efecto compresivo de la subducción y extiende la litósfera generando un sistema estructural que desarrolla patrones geométricos dispuestos en bloques (horst-graben) con direcciones de fallamiento semiortogonales al vector de subducción (NNW-SSE; Cerca-Martínez, et al., 2004).

Así, los bajos estructurales (graben) son cuencas alargadas NW-SE que son rellenadas por molasas continentales producto de la erosión de los altos estructurales (horst); esta unidad sedimentaria sin tectónica típicamente está representada por conglomerados polimícticos (ocasionalmente oligomícticos) generalmente consolidados y cementados con material autigénico carbonatado y zeolitas que son el producto de la degradación directa de los epiclastos vítreos del volcanismo riolítico de la Sierra Madre Occidental (Cochemé et al., 1988). Esta secuencia sedimentaria se deposita contemporáneamente con un volcanismo basáltico cuyo emplazamiento se propicia gracias a la presencia de las fallas profundas con ángulos obtusos, típicas de sistemas estructurales en extensión.

Las zonas de máxima extensión cortical de este episodio tectónico, han sido reportadas hacia el W-NW del Estado, tal como puede ser visto en la distribución de afloramientos del área que abarca el Acuífero, donde es posible observar una distribución de afloramientos alineados NNW-SSE según el sistema estructural de este evento.

Hacia el final del Basin and Range, en el Plioceno, ocurrió otro cambio en el régimen tectónico regional, e inició una ruptura continental asociada a la apertura del Golfo de California (~12 Ma), el cual actualmente se encuentra activo y ha sido un claro ejemplo de rifting continental mundialmente documentado desde el surgimiento de la teoría de la tectónica de placas (Aguillón-Robles, 2002; Wilson et al., 2005; Vidal-Solano, 2005; Pallares, 2007). Este proceso de rompimiento genera un área de afectación estructural que es conocida como Provincia Extensional del Golfo (Martín-Barajas, 2000), y que trae consigo un volcanismo intermedio a ácido, además de que posee una situación estructural cuya influencia afecta las regiones costeras tanto de Sonora como de la Península de Baja California.

Por otro lado, el desarrollo de amplias cuencas a causa de la extensión terciaria (Basin and Range) y de la extensión asociada a la Provincia Extensional del Golfo, ocasionaron durante el Cuaternario, la sedimentación de grandes cantidades de sedimentos detríticos que forman actualmente las amplias llanuras costeras y planicies aluviales de las costas del Estado.

El análisis de unidades litoestratigráficas presentes en el SAR se muestra la presencia de 12 Unidades.



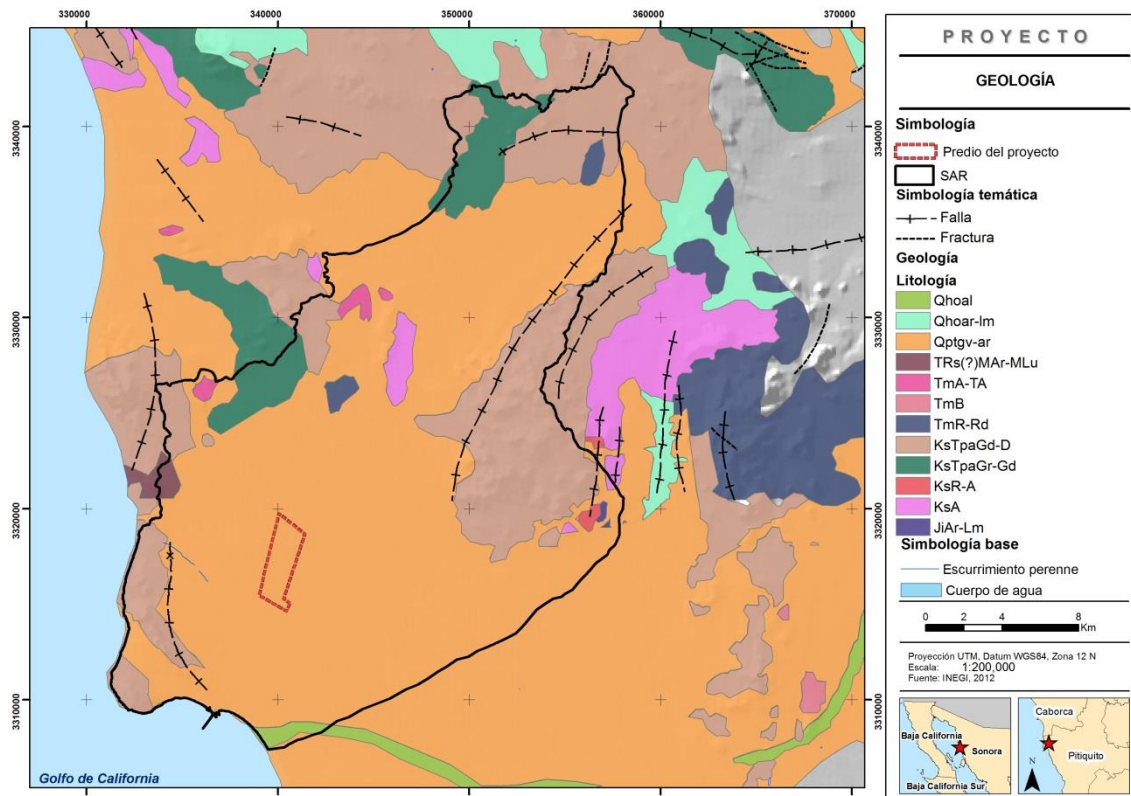


Figura IV. 17. Geología a nivel SAR. Unidades litoestratigráficas.

### **TRs MAr-MLu**

Esta secuencia metasedimentaria se encuentra como techos colgantes encima de los cuerpos plutónicos de composición granodiorítica que conforman al basamento regional. Sus afloramientos están integrados por una intercalación no rítmica de arenisca y lutita con delgados horizontes de lutita carbonosa. En cuanto al protolito se identifica claramente la presencia de rocas sedimentarias integradas por arenisca y lutita bituminosa que presentan un bajo grado de metamorfismo. Sus estratos presentan un rumbo general E-W, buzando de 20° a 25° al sur.

González-León, 1980, identificó un abundante contenido fosilífero principalmente de amonitas. La base de esta secuencia, gracias a la variación faunística de su contenido fósil, se interpreta de origen marino con rápidos cambios de nivel del mar, mientras que la parte superior es considerada de ambiente marino profundo; el espesor total de esta secuencia es de 3,400 m.

### **KsA-R**

La unidad KsA-R restringe sus afloramientos al flanco oriental de la Sierra Julio en el límite suroriental del acuífero y hacia el oriente, en la Sierra de Aguirre. La litología principal consiste de rocas volcánicas de composición riolítica y andesítica fuertemente alteradas con silicificación (riolita) y propilitización (andesita). Hacia la base tiene

niveles sedimentarios constituidos por arenisca rojiza, intercaladas con arenisca conglomerática y conglomerado de poco espesor. Hacia la parte superior predominan las brechas y coladas andesíticas de color púrpura a gris púrpura.

En algunas zonas la litología varía con la predominancia de derrames y aglomerados andesíticos que ocasionalmente varían a traquiandesita y dacita con un espesor máximo de 100 m. Su relación estratigráfica en el flanco oriental de la Sierra de Aguirre se encuentra afectada y en contacto por falla normal con el intrusivo laramídico. Están cubiertas discordantemente por gravas y arenas del Pleistoceno. En la región costera los afloramientos se encuentran afectadas por intrusivos cretácicos de composición granodiorítica y diorítica. Su ambiente de depósito es netamente continental: la presencia de conglomerados en la base de esta unidad volcanosedimentaria sugiere periodos de levantamiento y subsidencia mientras que el predominio de las secuencias lávicas hacia la cima indica que el magmatismo superaba la sedimentación.

#### ***KsTpa Gr-Gd-D (Batolito Laramide)***

Lindgren (1915), fue el primero en reconocer la variación composicional hacia el oriente de los plutones del Cretácico al Paleoceno dentro del oeste de los Estados Unidos. Damon (1983) definió al Batolito Laramide de Sonora como del Cretácico tardío al Eoceno tardío, entre 90 y 40 Ma (Millones de Años). El batolito incluye todas las intrusiones granítica-granodiorítica y granitos de 2 micas (peraluminosos). Estas rocas representan la continuación hacia el sur del cinturón batolítico del oeste de Estados Unidos.

La forma y distribución de estos afloramientos, está controlada por la erosión y por los eventos tectónicos posteriores a su emplazamiento, principalmente la tectónica de extensión del Terciario Medio y Tardío. El nivel de erosión es más profundo hacia la costa y disminuye hacia el oriente, donde estos cuerpos se encuentran cubiertos por las rocas volcánicas de la Sierra Madre Occidental; esta típica característica morfotectónica se puede asociar al grado o intensidad de extensión cortical ocasionada por el Basin and Range, durante el Mioceno.

Sus principales afloramientos se localizan en la porción centro-suroriental a lo largo de toda la línea de costa ocupando la mayor parte de las sierras de Julio, Aguirre, Cirios y la porción occidental y sur de la Sierra Picú. Sus afloramientos constituyen por lo general sierras alargadas de orientación casi norte-sur.

La unidad KsTpa Gr-Gd, se encuentra al norte del Cerro La Libertad (parte norte del acuífero) y en una serie de cerros orientados E-W. Este intrusivo granítico afecta a la unidad KsTpa Gd-D, y se encuentra cubierta discordantemente por gravas, arenas y limos del Cuaternario. En el afloramiento más costero, este trend estructural afecta a

rocas volcánicas cretácicas de composición andesítica. Parte de este contacto es tectónico por falla normal, y al sur de estos afloramientos, al oriente de la Sierra de Julio, está en contacto indefinido (Tectónico) con la unidad KsTpa Gd-D (los contactos son muy rectos y abruptos).

La unidad KsTpa Gd-D aflora en la parte centro, en la Sierra El Julio donde se encuentra en contacto tectónico con la unidad TRs Mar-MLu. En el flanco oriental de la Sierra de Aguirre, se encuentra en contacto tectónico y afectando a rocas volcánicas cretácicas andesíticas y riolíticas; en el flanco occidental y norte está cubierta por gravas, arenas y limos cuaternarios; en la Sierra Picú, en el flanco occidental, está en contacto tectónico por falla normal con riolitas y riolacitas del Mioceno y con gravas y arenas del Pleistoceno; en el flanco oriental intrusión a rocas sedimentarias correlacionables con la Formación Antimonio.

### ***Tm A-TA***

En este trabajo denominamos unidades volcánicas intermedias, a una secuencia volcánica intermedia continental depositada desde el Eoceno hasta el Mioceno.

La unidad Tm A-TA aflora cerca de la línea de costa al norte y noreste de la Sierra de Julio, y en el flanco oriental de la Sierra Aguirre. La mayor parte de los afloramientos de esta unidad se presentan en cerros y lomerío aislado de escasa elevación y contornos circulares. Posiblemente a profundidad sean cuerpos subvolcánicos o pórfidos.

Básicamente están constituidos por derrames y piroclásticos de composición andesítica y posiblemente traquiandesítica (Unidad TmTq-A). La gran mayoría de los derrames presentan textura porfídica y fanerítica, aunque también las hay afaníticas. El espesor no se midió, pero fácilmente sobrepasan los 50 m.

Esta unidad en los afloramientos costeros descansa discordantemente sobre el Batolito Laramide y están cubiertos por gravas y arenas del Pleistoceno. Gastil et al (1979), realizó un fechamiento en una plagioclasa por el método K-Ar en un afloramiento de andesitas al oeste de la sierra de Aguirre, definiendo una edad de  $14.03 \pm 3$  Ma (Unidad Tm A-TA). El ambiente de depósito es volcánico, piroclástico continental.

### ***Tm R-Da***

Se denomina unidad volcánica ácida a una secuencia lávica constituida primordialmente por riolitas y riolacitas del episodio volcánico que construyó el edificio de la sierra Madre Occidental. Su principal afloramiento se localiza en la

porción noreste del acuífero conformando la mayor parte de la Sierra Picú, y pequeños afloramientos al occidente de la Sierra de Aguirre.

Primordialmente está constituida por depósitos volcánicos lávicos ácidos representados por riolita y riodacita que pueden variar a dacita y latita, aunque también se presentan en forma de brecha, aglomerado riolítico y toba lítica y de cristales de diferente composición, presentan textura porfídica y afanítica. Conforman cerros y sierras de escasa altura aunque en la Sierra Picú fácilmente sobrepasan los 300 m.

En la Sierra Picú sobreyacen discordantemente a la andesita del Cretácico superior y sedimentarias del Jurásico inferior correlacionables con la Formación Antimonio y en contacto por falla y discordante sobre el intrusivo Cretácico de composición granodiorita-diorita. Están cubiertas discordantemente por grava, arena y limo del Cuaternario.

Gastil et al (1977), en el flanco oriental de la Sierra Picú realizó un fechamiento (K-Ar) en un feldespato de una dacita, determinando una edad de  $12.7 \pm 0.4$  Ma (Millones de años). Se puede correlacionar con rocas de edad y litología similar que afloran en la región costera de Sonora y Baja de California. Su ambiente de depósito es volcánico con facies subvolcánicas locales, originadas en un ambiente de arco magmático continental relacionada con las últimas etapas de la subducción terciaria.

#### ***Tm B***

Denominamos unidad volcánica básica a una secuencia volcánica constituida por derrames en bloques y lavas de composición basáltica-andesítico-basáltica con textura afanítica vesicular, rellena de calcita y sílice, ocasionalmente presentan texturas porfídica fanerítica, color gris oscuro, café oscuro. La edad probable es Mioceno. Esta unidad aflora en la línea de costa del acuífero, constituyendo afloramientos de escasa altura y orientados NW-SE.

La unidad sobreyace discordantemente a las rocas volcánicas ácidas-intermedias del Mioceno y es cubierta en discordancia por gravas y arenas del Pleistoceno. Su ambiente de depósito corresponde a un volcanismo continental muy ligado a los procesos distensivos del Basin and Range y la separación del Golfo de California.

#### ***Qpt gv-ar***

Esta unidad se encuentra constituida por sedimentos de naturaleza litológica variable, que granulométricamente consisten en grava, arena, limo y arcilla, que en algunas ocasiones presentan estratificación débilmente marcada, aunque la mayor parte de las veces se presenta masiva. Estos depósitos se encuentran cubriendo discordantemente

a las unidades preexistentes en los piedemonte y rellenando depresiones y cuencas actuales, y son considerados de edad Pleistoceno superior.

Esta unidad tiene gran importancia ya que además de constituir la base de los rasgos topográficos principales, es una fuente potencial de material sedimentario en las épocas de avenidas fuertes, además de que delimitan zonas en las que el basamento (independientemente de su litología) está muy próximo.

### **Qho ar-Im y Qho al**

Unidad constituida por depósitos aluviales no consolidados de arena y limo que se han acumulado a lo largo de los valles principales. El tipo de componentes y la granulometría de la unidad varía ampliamente en toda el área: incluye a los depósitos aluviales de grano fino de la parte central de los valles, así como los depósitos de grano grueso de las fajas de pie de monte. La planicie aluvial de la porción occidental está caracterizada por la presencia de constituyentes de grano muy fino, por el desarrollo de patrones de drenaje desintegrados, y por la presencia de una cubierta eólica que se ha desarrollado en el borde occidental.

- ***Peligros por Sismos.***

De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgos del Sistema Nacional de Protección Civil, la República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. Las zonas B y C, son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Finalmente, la zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad (Servicio Sismológico Nacional, 2007).

El SAR se ubica dentro de las zonas B y C. Un estudio geológico y geotécnico (Geovisa S.A. de C.V., 2004) para el área de Puerto Libertad concluye que, la clasificación preliminar que le corresponde es el Tipo III, de rigidez baja, en donde el coeficiente sísmico básico para diseño resulta de 0.64 para las estructuras del grupo B; tratándose de estructuras del grupo A dicho valor deberá incrementarse en un 50%. Con la información anterior y debido a la ausencia de registros de sismos para la zona, se puede concluir que la zona es susceptible a presentar sismos en una baja frecuencia e intensidad, siendo estos con epicentro localizado en la Falla de San Andrés.

Los focos sísmicos identificados en el Golfo de California están directamente relacionados con el sistema de Fallas de San Andrés. El Sistema Ambiental Regional se ubica dentro de la zona de influencia de este Sistema. Al Sur-Sureste del predio se encuentran lineamientos, cuya orientación NW-SE corresponde a las principales estructuras del Mar de Cortés.

Debido a la proximidad del municipio de Pitiquito y del predio de estudio al Sistema de Fallas de San Andrés, se considera como una zona de riesgo sísmico moderado.

Los sismos que ocurren alcanzan magnitudes de hasta 7.69 y se originan a una profundidad menor de 33 km. En el período de 1939 al 2009 y en un radio de 100 km del área de estudio, han ocurrido 69 eventos sísmicos con una magnitud mayor a 3.70.

Estos temblores están causados por el movimiento lateral izquierdo de la Falla de San Andrés, de aproximadamente 35 mm por año. En tiempos geológicos, este movimiento ha causado la apertura del Golfo de California.

Las aceleraciones máximas del terreno por período de retorno (TR), indican el tiempo medio, medido en años, que tarda en repetirse un sismo con el que se exceda una aceleración dada. La siguiente tabla muestra los rangos para diferentes períodos de retorno.

**Tabla IV. 6.** Valor de las aceleraciones máximas por período de retorno

(TR). TR (años)	Rango de aceleraciones máximas (Gals)
10	34
100	135
500	225

- **Geología estructural**

Como se mencionó anteriormente, los distintos eventos tectónicos que han sido documentados generan sistemas estructurales que se sobre imponen y mezclan entre sí. Como resultado de esta mezcla, las fallas y fracturas desarrollan patrones complejos que al final determinan las características de afloramiento de las unidades a nivel regional y local. Así, el análisis de los rasgos fisiográficos y geomorfológicos principales permite observar en términos generales sierras alargadas y orientadas NNW-SSE separados por amplias planicies aluviales.

Los dos principales rasgos estructurales que están registrados en los afloramientos, corresponden con la extensión cortical del Basin and Range del Mioceno y la transpresión que ocurre en la Provincia Extensional del Golfo de California.

Estas relaciones cortantes mediante estructuras limítrofes primarias pueden ser observadas en la distribución cartográfica de los intrusivos de composición granítica-granodiorítica del Cretácico Superior-Eoceno, que son anteriores a la tectónica extensiva y que presentan sistemas de fracturamiento y foliación paralelos a las tendencias estructurales regionales.

En general, las tendencias estructurales forman patrones NNW-SSE muy bien definidas y que están en su mayor parte determinadas por los sistemas extensivos del evento tectónico que generó la provincia morfotectónica del Basin and Range, la cual domina en gran parte la geología del Noroeste del Estado.

## **Geomorfología.**

### **Provincias fisiográficas**

El territorio del Estado de Sonora es dividido en cuatro provincias o regiones fisiográficas: Desierto o Llanura Sonorense, hacia el noroeste y oeste, Sierra Madre Occidental, en la parte oriental, Sierras y Llanuras del Norte, en la porción boreal, y Llanura Costera del Pacífico, en el sur<sup>1</sup>.

El predio se ubica en un área perteneciente solamente a una de las cuatro provincias fisiográficas que constituyen al Estado de Sonora: la provincia Desierto o Llanura Sonorense. Esta provincia se extiende de sur a norte, abarcando gran parte de las regiones costeras del Estado adoptando forma de cuña con orientación al sur. Sus colindancias son: en el extremo noroeste con la Península de Baja California, hacia el oriente con la Sierra Madre Occidental y en su extremo sur con la Llanura Costera del Pacífico; asimismo, está dividida en dos subprovincias y una discontinuidad: Sierras y Llanuras Sonorenses, Desierto de Altar y Sierra del Pinacate (respectivamente), esta última ubicada al Norte-Noroeste de la Provincia.

Dentro de la región se presentan Sierras y Llanuras las cuales constituye principalmente por sierras de poca elevación principalmente orientadas Noroeste-Sureste separadas por amplias llanuras. Las sierras que representan a esta subprovincia varían según su ubicación geográfica: son más elevadas (700 a 1,400 m.s.n.m.) y más estrechas (rara vez más de 6 km de ancho) en el oriente; más bajas de 700 m.s.n.m. y más amplias (entre 13 a 24 km) en el occidente. Los principales

---

<sup>1</sup> Según la Carta Fisiográfica escala 1:1'000,000 emitida por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

accidentes topográficos son Sierra El Álamo, Sierra El Viejo, Sierra Aguirre y Sierra Picú en la parte centro-este, y las sierras Cirio y Tordillo al sur. La Isla Tiburón también forma parte de este sistema de sierras alargadas y de bajas elevaciones.

La mayoría de estas sierras son afloramientos de rocas ígneas intrusivas de composición granítica, sin embargo, también son importantes los afloramientos de rocas metamórficas y rocas carbonatadas (calizas-dolomías), así como rocas volcánicas y conglomerados. Las pendientes topográficas de las principales sierras son bastante pronunciadas, siendo en su mayoría pendientes superiores a 45°, especialmente en las rocas intrusivas, lávicas y metamórficas; en tanto que las menores a 20° son raras. Como principal consecuencia de esta característica, las cimas de las Sierras son dentadas y afiladas (sierras tipo Navaja).

Las llanuras representan la principal forma fisiográfica de la subprovincia Sierras y Llanuras Sonorenses (con cerca del 80% del área), se constituyen principalmente de amplios abanicos aluviales que descienden con pendientes suaves desde las sierras colindantes y hacia los márgenes costeros. Los arroyos que drenan esta región efectúan una fuerte erosión debido a rápida escorrentía superficial, produciendo espolones laterales de grava que se proyectan en las llanuras.

Esta característica produce rasgos hidrográficos muy bien marcados. Debido a las variaciones litológicas de los diferentes rasgos topográficos, éstos poseen distintas formas generales y además interactúan de forma distinta con la llanura colindante, ocasionando distintos patrones que generan formas fisiográficas características. Específicamente en el Sistema Ambiental Regional se encuentran las siguientes formas fisiográficas:

En el Sistema Ambiental Regional se presentan las siguientes formas fisiográficas:

*Gran Bajada con Lomerío:* representa la forma fisiográfica principal presentándose en la mayor parte de la Subcuenca; posee pendientes bajas (menores a 20°) sin embargo, al pie de las sierras presenta pendientes moderadamente pronunciadas (entre 20° y 30°).

*Sierra Escarpada Compleja:* es la segunda de mayor extensión dentro del área de estudio, esta forma fisiográfica está representada por los principales accidentes topográficos (sierras) por lo que su ocurrencia se limita a los afloramientos de roca más representativos de tal forma que las sierras El Álamo, El Viejo, Aguirre, Picú, Cirio y El Tordillo, forman parte de este sistema.



*Sierra Escarpada del Noroeste*: es la forma fisiográfica de menor extensión, está representada por sierras bajas localizadas en o muy cercanas a los márgenes costeros, y cuando forman el límite de costa pueden llegar a desarrollar acantilados de corta longitud; ocurre solamente en la porción central de la Subcuenca.

Las características fisiográficas mencionadas son similares en gran parte de las regiones costeras del noroeste del estado de Sonora, sin embargo, la litología de los principales accidentes topográficos si varía notoriamente, así que, dentro de la misma región se pueden observar este tipo de variaciones, de tal forma que podemos notar que las sierras de menor elevación y menos escarpadas corresponden con cuerpos plutónicos, las rocas de origen volcánico desarrollan afloramientos poco elevados y con pendientes poco abruptas, mientras que las sierras más escarpadas están formadas por rocas sedimentarias o volcánicas antiguas.

De lo anterior, resulta claro que una descripción más detallada del relieve que la proporcionada por la fisiografía, nos ayudará a obtener una mejor información acerca del comportamiento hidrológico, ya que la interacción superficial agua-roca varía según el material, su ubicación espacial dentro del continente y según el área de interacción que posea con la atmósfera, produciendo una modelación del relieve acorde a estos parámetros.

### **Geomorfología (Unidades geomorfológicas)**

El estudio de la geomorfología nos sirve para la solución de diversos problemas relacionados con la evolución del relieve y las formas que deja en el paisaje que son de interés práctico para el análisis del Sistema Ambiental Regional.

La descripción geomorfológica nos permitirá tener información sobre las formas de terreno, las cuales son un reflejo directo de la acción de distintos procesos destructivos y constructivos interconectados, es decir, que los resultados geomórficos son la consecuencia directa de la interacción de procesos endógenos (estructurales) y exógenos (ambientales).

Los procesos endógenos dependen de las fuerzas internas que afectan a la Tierra, mismas que se encargan dentro de los continentes de levantar o hundir regiones, de fracturar las rocas y de hacer ascender hasta la superficie grandes volúmenes de magma; solamente las manifestaciones externas de esta energía interna acumulada, pueden ser descritas por la geomorfología.

Por otro lado, los procesos exógenos dependen tanto de los procesos atmosféricos o del clima, tales como precipitación y escorrentía, como de las características físicas de

los materiales con los que interactúan, los cuales poseen propiedades físicas naturales (naturaleza química, tamaño de grano, estratificación, etc.) y propiedades físicas adquiridas (alteración, fallamiento y fracturamiento, etc.) que hacen posible su degradación y posterior acumulación de materiales, modificando el relieve a distintas escalas.

Con base en los lineamientos descritos por Verstappen y Van Zuidam (1991), se realizó un análisis morfogenético de las cartas escala 1:250,000 Caborca (H12-04) y Ángel de la Guarda (H12-07), de INEGI, y utilizando como referencia geológica las mismas cartas geológico-mineras proporcionadas por el Servicio Geológico Mexicano (SGM). Para el análisis se delimitaron "Sistemas de Terreno", lo cual incluye las características principales de geoforma expresadas en el afloramiento de cada elemento: altura relativa, pendiente, litología y origen.

Considerado todo lo anterior, para estudiar el origen de las formas del relieve es necesario establecer el o los tipos de agentes que dan origen a la geoforma, de tal forma que también resulta necesario mencionar que las entidades se agrupan en ocho grandes clases:

- Estructural
- Volcánico
- Denudativo
- Fluvial
- Lacustre/marino
- Glacial/periglacial
- Eólico
- Kárstico

Dentro de la región se presentan formas de origen estructural, volcánico, denudativo, fluvial, eólico y lacustre/marino.

Posterior a la concepción del origen de la geoforma, el levantamiento geomorfológico toma como base cuatro grupos denominados Tipos de Relieve que es el marco abiótico y que tienen implícitas las variables de mayor importancia para entender los recintos del medio biótico (altura relativa, pendiente y litología). Éstos fueron definidos por su forma y la diferencia altitudinal con respecto a la base de la entidad o unidad geomorfológica para este estudio, a saber:

- *Ladera montañosa*: la condición principal de este tipo de relieve, es que posean una altura relativa o gradiente de elevación mayor a 200 m; según Hubp (1989) este relieve es ocasionado por procesos endógenos (plegamiento, magmatismo, volcanismo, etc.) y también puede ser originada por la disección

de una estructura de formación endógena modelada. Se subclasifica en ladera montañosa baja y alta. La primera presenta un intervalo de 200-500 m y la segunda es superior a la anterior.

- *Lomerío*: el criterio de clasificación aplicado para la determinación de ocurrencia de este tipo de relieve, es que la diferencia altitudinal o gradiente de elevación sea menor a 200 m. Este grupo se origina por la nivelación de montañas (modelado endógeno) o por la disección de una planicie inclinada (exógeno erosivo), sin embargo, puede tratarse de relieve endógeno de baja altura, producto de tectónica reciente (Córdova, 1988).
- *Piedemonte*: constituye márgenes montañosas o zonas transicionales que se distinguen por cambio de pendiente abrupto o moderado y una altura considerablemente menor; el gradiente altitudinal varía entre 0 y 200 m, dependiendo del comportamiento del terreno. La misma naturaleza de este tipo de relieve obvia que su composición es material detrítico proveniente de la erosión directa de las sierras circundantes y es común que presente drenaje fluvial.
- *Planicie*: es una superficie de pendiente suave y de poca diferencia altitudinal. Corresponde principalmente a depósitos aluviales, eólicos y costeros originados por la modificación exógena-acumulativa del relieve. Se consideró para su identificación el uso de suelo (agrícola y urbano), el cambio de pendiente y el patrón de drenaje.

La estabilidad de la pendiente se clasificó en tres categorías, denominándose como estable para una pendiente entre los 0-10°, metaestable entre 10-25° e inestable entre 25-35° y mayor.

A partir de lo anterior, se presentan los resultados del análisis y cartografía de las unidades geomorfológicas presentes en el Sistema Ambiental Regional.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

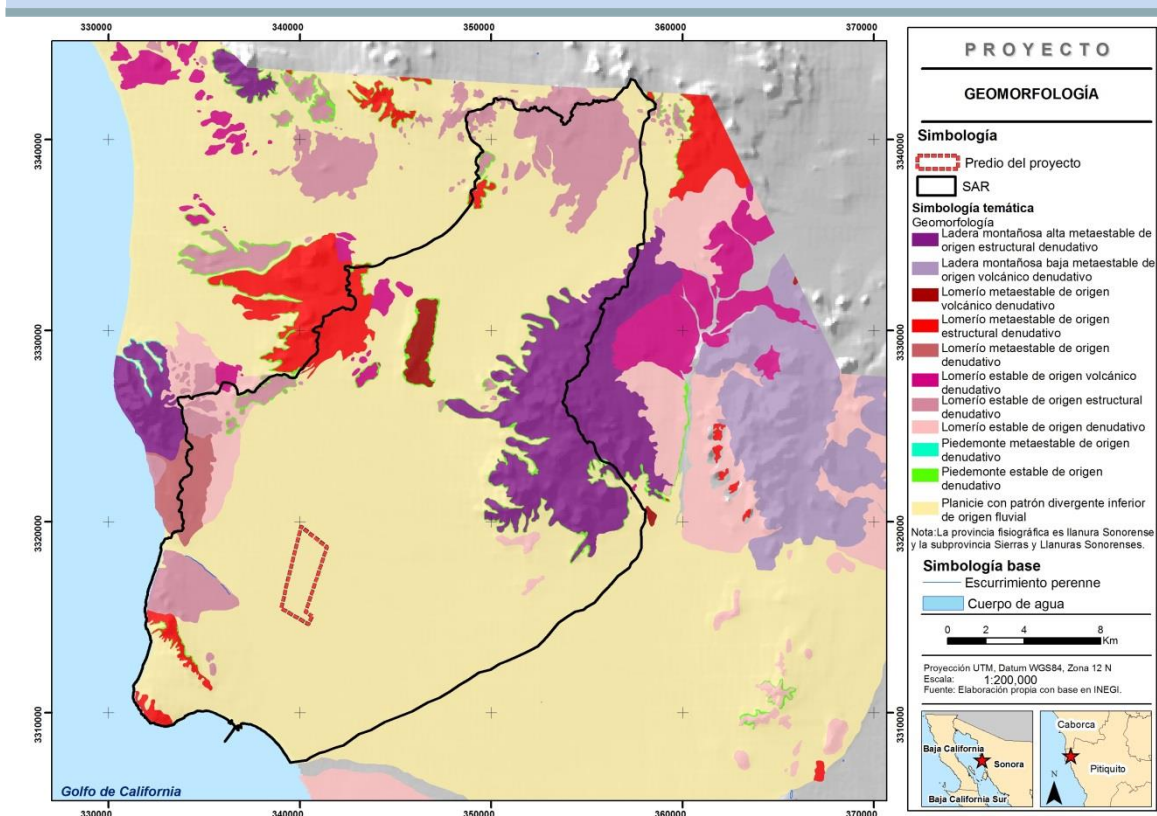


Figura IV. 18. Geomorfología a nivel SAR.

Las tres regiones que corresponden a la geomorfología del Sistema Ambiental Regional son:

*Zona Norte.* Hacia el noreste se caracteriza dominancia de montaña alta y montaña baja con piedemonte metaestable que ocurren sobre planicies aluviales-fluviales de pendiente baja, mientras que hacia el noroeste, es notoria una dominancia del lomerío metaestable sobre el lomerío estable ubicados sobre planicies eólicas; ambas partes (noreste y noroeste) están separadas por una amplia planicie aluvial-fluvial que hacia los márgenes costeros es dominada por procesos eólicos que le convierten en planicie eólica (véase la Figura).



**Figura IV. 19.** Vista al noreste de la Sierra Aguirre (al fondo) que ilustra su piedemonte de pendiente estable y el lomerío estable compuesto por rocas plutónicas (a la derecha de la imagen).

*Zona Centro.* Esta zona cruza la parte central de la Subcuenca de forma transversal y se caracteriza por una gran diversidad de unidades morfológicas; las zonas de montaña alta y montaña baja no son dominantes, sin embargo, es notorio que su presencia es importante en el modelado del terreno ya que tanto lomerío estable como lomerío inestable derivan de éstas. Un aspecto de interés es que lomerío estable y lomerío inestable presentan una fuerte segmentación, característica asociable a una fuerte denudación de materiales granulares fácilmente erosionables; la presencia de lineamientos noroeste-sureste es muy notoria, de tal forma que la presencia de denudación por presencia de estructuras es muy probable; Sierra Aguirre es el elemento más representativo (véase la siguiente Figura).



**Figura IV. 20.** Vista hacia el noreste, desde Sierra Cirio ilustrando las amplias planicies que representan la unidad morfogénica de Gran Bajada con Lomerío.

Zona Sur. Se caracteriza por su poca variedad de geoformas, su continuidad y por su poca área de influencia dentro de la región (véase la siguiente Figura), ocurren tanto montaña alta como lomerío metaestable con piedemonte estable, dominados por regiones de lomerío estable que rodea los relieves topográficos más elevados; se limita a las regiones costeras y su lineamiento noroeste-sureste es asociable a denudación estructuralmente controlada.



**Figura IV. 21.** Vista al suroeste de la Sierra Cirio, e ilustración del drenaje paralelo que caracteriza al lomerío de pendiente estable que rodea a la Sierra.

### c) Hidrología superficial

El SAR y el predio del proyecto se encuentran ubicado dentro de la Región Hidrológica No. 8 "Sonora Norte", misma que comprende la porción noroeste del estado de Sonora, así como las Islas Tiburón y San Esteban. Tiene los siguientes límites: al norte las cuencas de varias corrientes que se encuentran en territorio de los Estados Unidos de Norte América y drenan hacia el Río Colorado; al suroeste el Golfo de California; al sureste la cuenca del Río Sonora y otras menores de la región hidrológica 9 y por el noroeste parte de la cuenca del Río Colorado que constituye la Región Hidrológica 7. Políticamente forman parte de ella los municipios San Luis Río Colorado, Puerto Peñasco, Caborca, la mayor parte de Pitiquito y el territorio correspondiente a las Islas mencionadas.

La región comprende una superficie de 64,127 km<sup>2</sup> de los que 7,950 km<sup>2</sup> corresponden a los Estados Unidos de Norteamérica y 56,177 km<sup>2</sup> a los Estados Unidos Mexicanos; dentro de estos últimos, 1,241 km<sup>2</sup> corresponden a las Islas Tiburón y San Esteban. Las únicas corrientes de importancia dentro de la región son los Ríos Concepción y Sonoita.

Se pueden distinguir tres zonas de diferente orografía: la primera comprendida aproximadamente entre una altitud de 1,000 m y el parteaguas de la Sierra Madre Occidental, cuyas crestas alcanzan altitudes hasta de 2,530 m; es la zona con

pendientes más pronunciadas, cauces bien definidos, precipitación más abundante y zonas dispersas de bosque. La zona intermedia comprendida entre altitudes de 200 a 1,000 m aproximadamente, tiene topografía ondulada, poca vegetación y cauces medianamente definidos. En ella se encuentra la presa de almacenamiento Cuauhtémoc y numerosos aprovechamientos por derivación para riego en las márgenes los ríos. Esta zona cuenta con abundantes recursos de agua subterránea que también se aprovechan para riego de importantes extensiones agrícolas. Existen dentro de ella varias formaciones montañosas aisladas con características similares a las de la zona alta.

La zona baja corresponde a la planicie costera con altitudes inferiores a los 200 m; se caracteriza por tener pendientes suaves con grandes áreas cubiertas por dunas y en ella se encuentra el desierto de Altar, con escasa vegetación y reducido desarrollo agropecuario, dadas las extremas condiciones de aridez. En esta región la Sierra Madre Occidental se encuentra a 300 km de la costa y su altitud media es de 2,000 m. Geológicamente se han identificado en ella materiales arcaicos, paleozoicos, jurásicos, cretácicos y rocas ígneas terciarias y recientes.

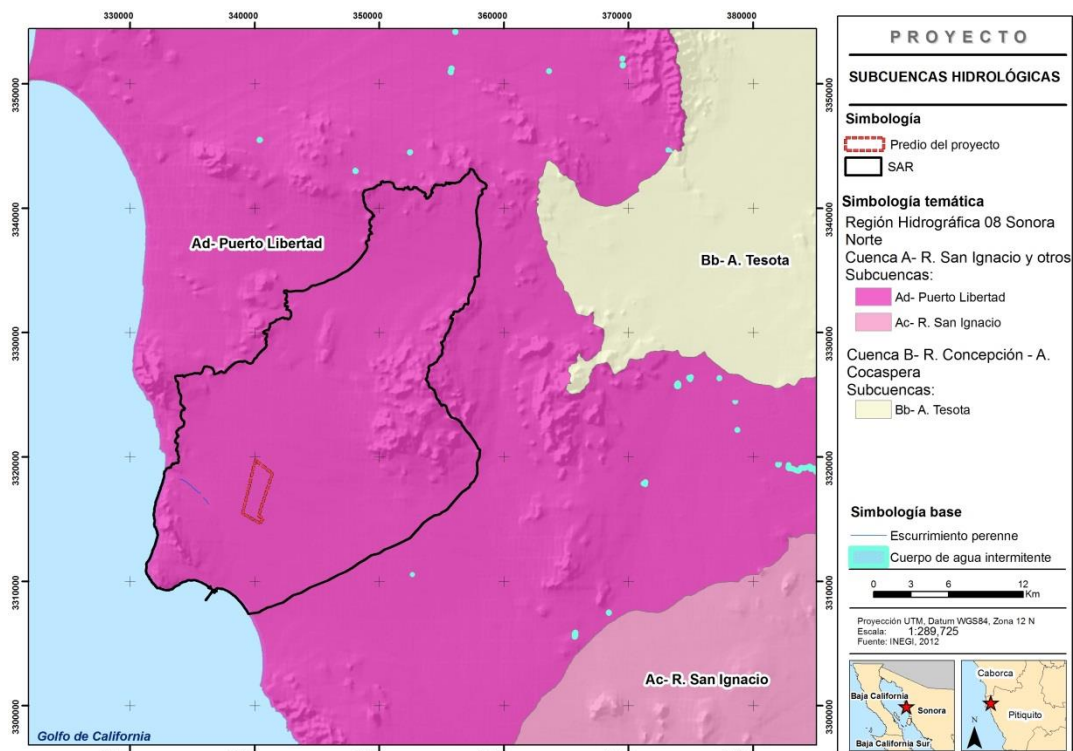


Figura IV. 22 . Subcuenca hidrológica según INEGI donde se localiza el SAR y predio del proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

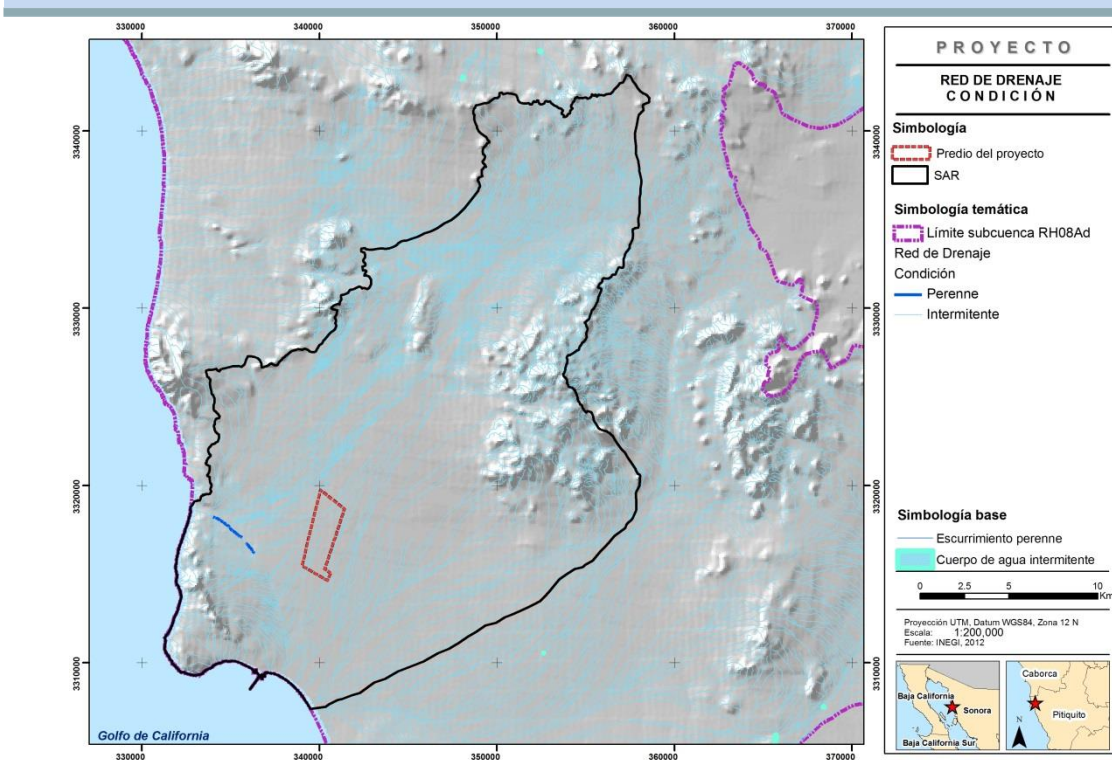


Figura IV. 23. Condición de la red de drenaje superficial a nivel SAR.

Las corrientes presentes a nivel SAR, según INEGI (2012) son de carácter intermitente o temporal, es decir, sólo en temporada de lluvias es cuando el cauce lleva un caudal mientras que el resto del año no presenta agua en la superficie. Y en función del orden de corriente al que pertenezcan, algunos corrientes (escorrentamientos) llevan agua pero de manera subsuperficial.

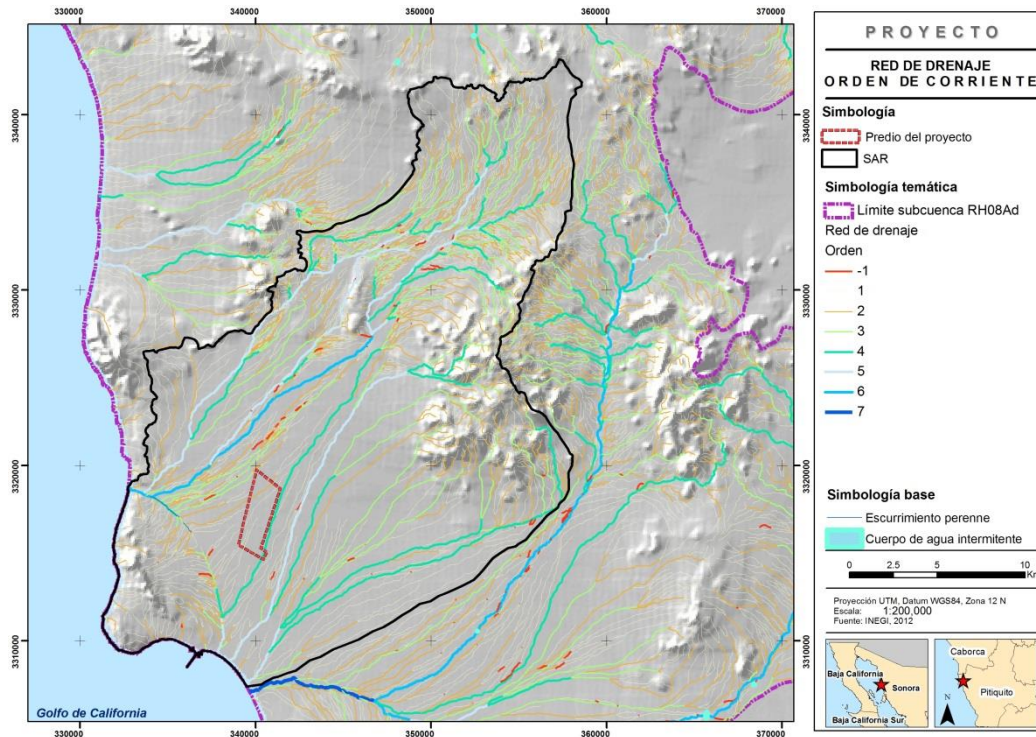


Figura IV. 24. Órdenes de corriente de la red de drenaje superficial a nivel SAR.



Al interior del SAR, con base en la cartografía hidrológica superficial de INEGI escala 1:50,000 se delimitaron cinco microcuencas, las cuales para su descripción se les asignó de manera arbitraria una letra.

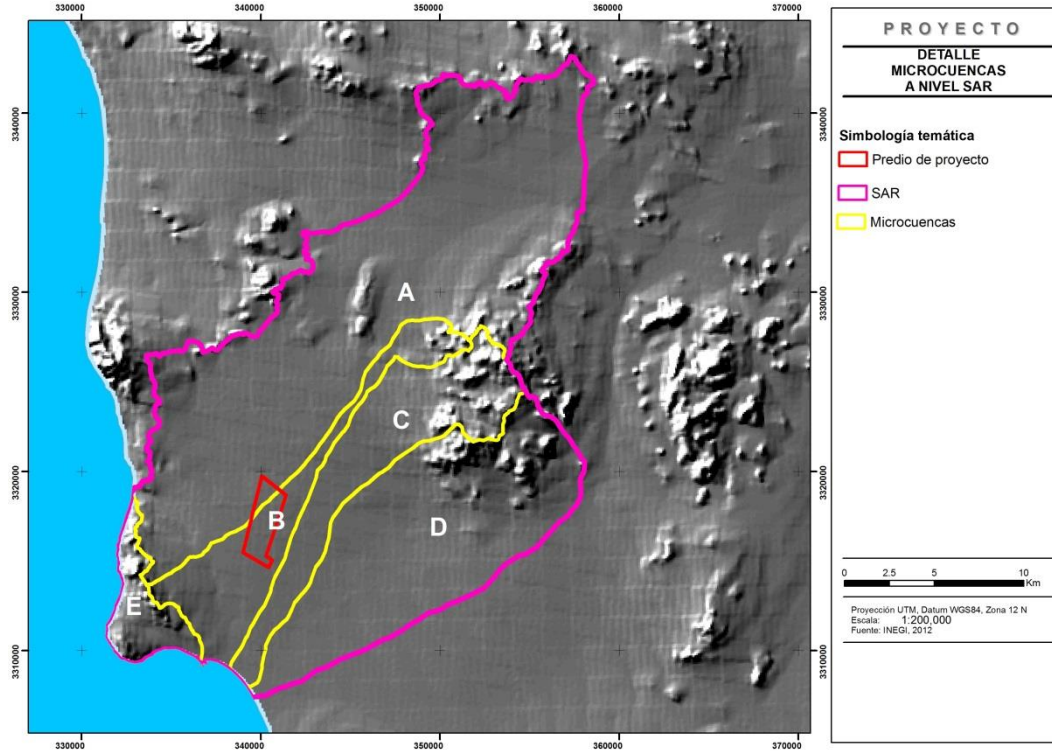


Figura IV. 25. Microcuencas delimitadas al interior del SAR.

Tabla IV. 7. Superficie de las microcuencas que conforman el SAR.

Microcuenca	Superficie (Has)	Superficie (%)
A	27,518.15	49.72
B	5,365.00	9.69
C	6,866.01	12.40
D	13,521.23	24.43
E	2,080.58	3.76
<b>SAR</b>	<b>55,350.99</b>	<b>100.00</b>

Las microcuencas A, B, C y D presentan una corriente principal, que casi siempre se conforma desde la zona funcional alta de dichas microcuencas. Estas corrientes o escurrimientos principales recorren en casi toda su longitud a las microcuencas y a su paso colectan los escurrimientos incipientes que se forman en la planicie divergente y descargan directamente hacia el mar sin establecer interacción entre ellas. Esto es, las microcuencas se encuentran paralelas entre sí y la red de drenaje al interior de cada una de ellas es independiente, de tal manera, que las microcuencas no interactúan entre sí por lo que el intercambio de energía, materia e información es independiente

en cada una de ellas. Si bien, es cierto, que las fuentes emisoras son, en su conjunto, los lomeríos ubicados en la porción norte, noreste del SAR, y todos ellos a su vez forman el parteaguas principal de cada microcuenca, la dinámica al interior de cada una de éstas está en función del tamaño y forma de cada una de estas unidades hidrográficas. En casi todas ellas, la longitud de la planicie es la que determina la intensidad de los procesos tanto de carácter lineal como areal.

La microcuenca de mayor extensión es la Microcuenca A la cual contribuye con un 49.72% mientras que la de menor tamaño es la microcuenca E con una superficie de captación de 2,080.58 Has.

El predio del proyecto se ubica en las Microcuencas A y B; en la microcuenca A, el predio ocupa una superficie de 134.94 has, es decir, un 0.49% de la superficie total de la microcuenca A.

En el caso de la microcuenca B, el predio del proyecto ocupa una superficie de 487.97 Has, es decir, un 9.09% de la superficie total de la microcuenca B.

Con respecto a los escurrimientos presentes en el área del predio del proyecto, para la microcuenca A sólo se existe una corriente de 2º orden, la cual atraviesa en el sector noroeste del predio. Mientras que en la Microcuenca B, al interior del predio se desarrollan tres escurrimientos (según la cartografía hidrológica de INEGI, escala 1:50,000) todos ellos de primer orden, por lo que el caudal que presentan en temporada de lluvias es escaso.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

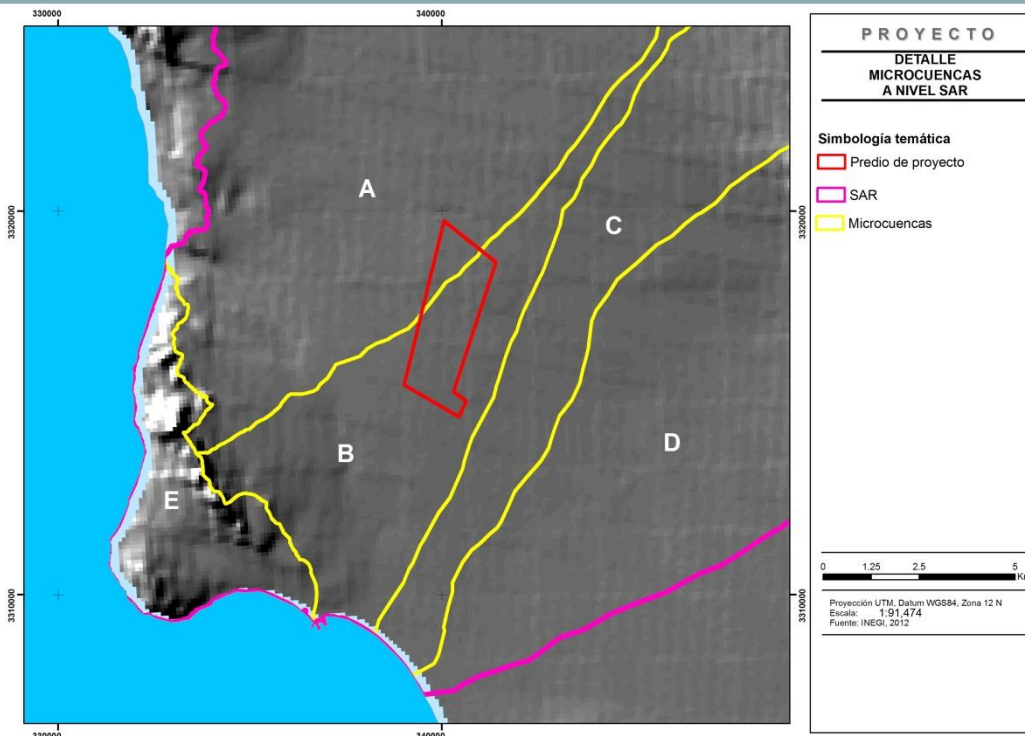


Figura IV. 26. Detalle de las microcuencas en las que se localiza el predio del proyecto.

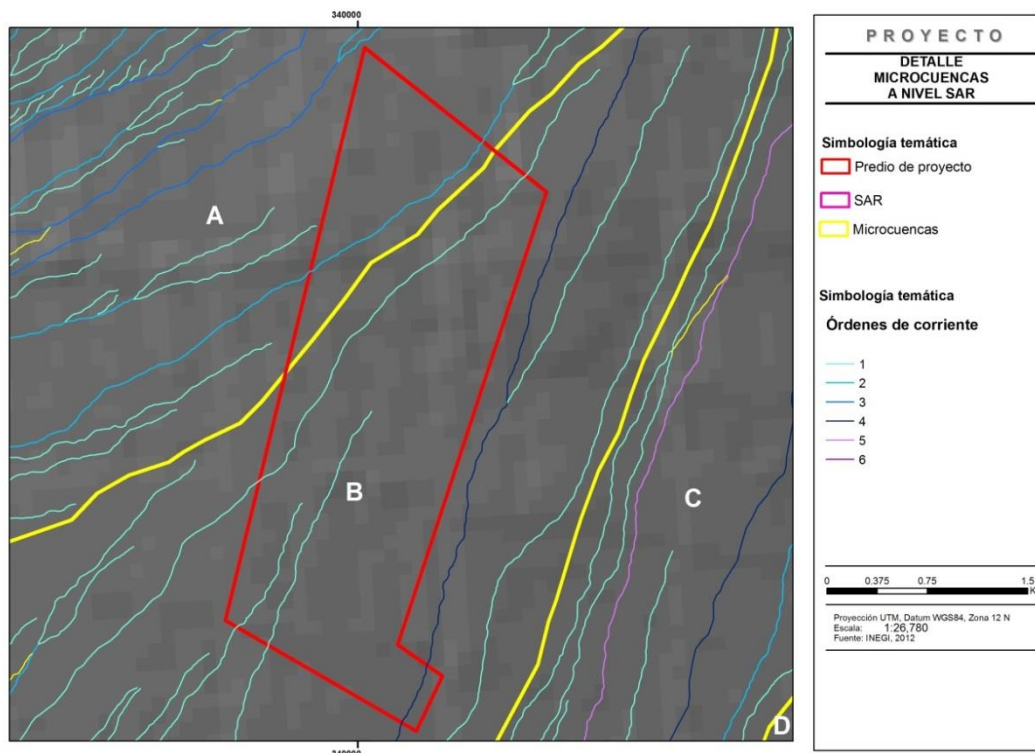


Figura IV. 27. Detalle de las órdenes de corrientes que atraviesan el predio del proyecto.

El patrón de drenaje es mixto ya que en los lomeríos predomina el diseño dendrítico mientras que en la planicie predomina el patrón paralelo, por lo que a lo largo de ésta, los escurrimientos presentan longitudes muy extensas.

#### d) Hidrología subterránea

El agua es un recurso vital, que es además limitante en las zonas desérticas. El proyecto al ubicarse en un ecosistema desértico ha considerado los límites naturales en los que se están llevando a cabo estos procesos para definir su Sistema Ambiental Regional y el efecto que pudiera tener sobre el sistema. De manera general, los procesos geohidrológicos dependen de diferentes componentes del sistema como el clima, la precipitación, la evapotranspiración pero principalmente van a estar en función de la geología, geomorfología y estructura y características del suelo como tipo y textura. De acuerdo a estas características es la dinámica que va a seguir el ciclo hidrológico dentro del sistema. De manera específica para el mantenimiento del agua subterránea el principal componente son las características del acuífero, las cuales van a definir la recarga y mantenimiento del acuífero y la calidad del agua de este.

En el SAR la recarga por lluvia es limitada y el agua subterránea es el único suministro con que cuenta la región para su aprovechamiento y que es utilizada para todas las actividades. De manera específica, tal y como se había referido anteriormente, en Puerto Libertad la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es la compañía que tiene el abastecimiento de agua subterránea más importante del acuífero y desde 1982 realiza el desalojo de su agua residual hacia el mar, destino final que tiene el agua que utiliza.

El aprovechamiento de aguas subterráneas en el SAR y polígono del proyecto es a través de ocho captaciones de aguas subterráneas, dos tienen uso público urbano, una industrial, una agropecuaria y cuatro inactivas.

El proyecto de acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) se encuentra dentro de la zona del acuífero 2617 Puerto Libertad cuya extensión es de 2,025.75 km<sup>2</sup>. Está limitado por dos acuíferos: al norte por el acuífero Caborca y al sur por el acuífero Arivaipa, y por el este lo limita el Golfo de California. Este acuífero es de tipo costero, cuya principal característica es presentar una cuña de intrusión salina provocada principalmente por la baja intensidad de lluvias en la región.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

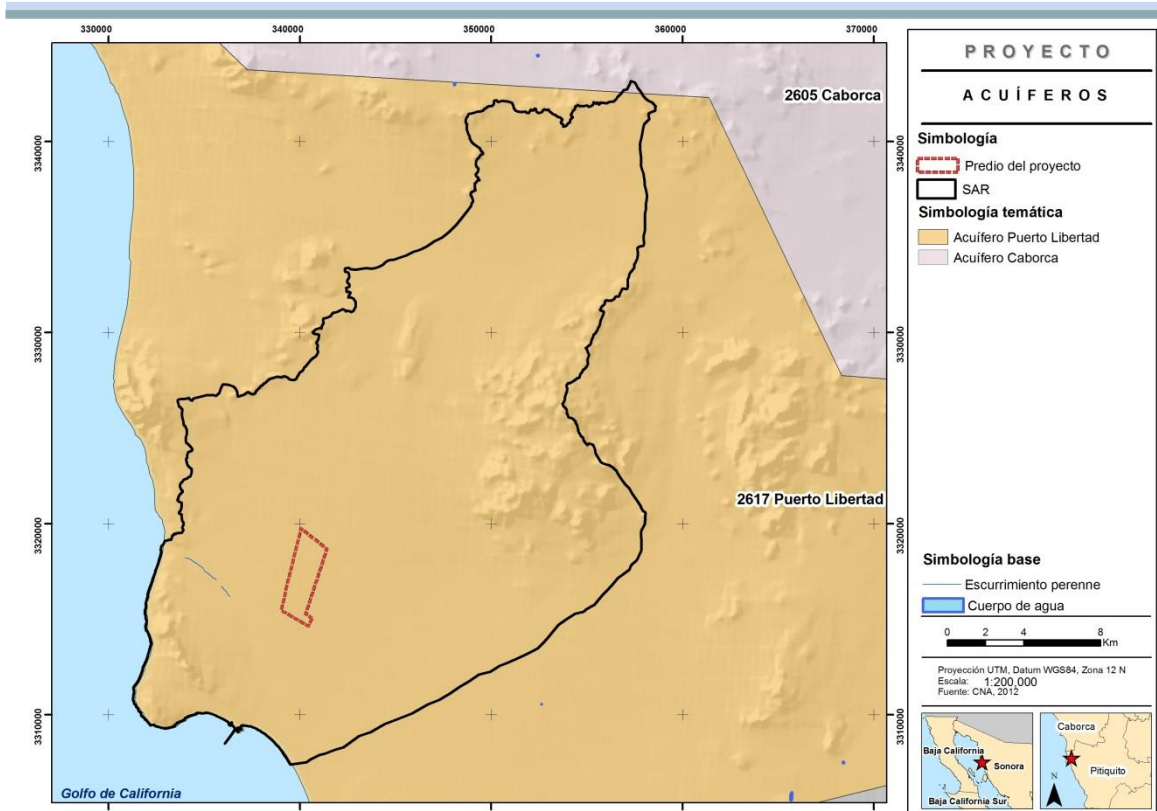


Figura IV. 28. Localización del SAR y predio en los límites del Acuífero Puerto Libertad definido por CONAGUA.

El escaso volumen de infiltración circula a través del relleno sedimentario, el cual es principalmente de textura gruesa, y constituye un acuífero de tipo libre. La baja infiltración ha permitido a través del tiempo el paso al agua de mar hacia el continente, de modo que se presenta una pluma de intrusión salina con calidad que varía entre agua salada y agua salobre.

El acuífero tiene un volumen almacenado de aproximadamente 3,300 millones de metros cúbicos por lo cual se prevé que no exista afectación por la demanda de este recurso. Se hizo un estudio de Caracterización Hidrogeológica y un Estudio de Factibilidad hidrogeológica para el Acuífero de Puerto Libertad (2009). CONAGUA reporta que para el año 2014 existe un volumen adicional de 0.806237 m<sup>3</sup> anual para otorgar nuevas concesiones.

#### Acuífero a nivel predio

Sobre la geología del subsuelo en la porción geográfica del predio, fueron ejecutados 33 sondeos electromagnéticos (TEM). A partir de los datos obtenidos en campo, se interpretaron los resultados en términos hidrogeológicos, considerando la geología del área, la información de cortes litológicos de pozos, piezometría.

Para la interpretación geofísica se siguieron los pasos que se describen a continuación:

- Obtención de los valores de resistividad del subsuelo en levantamiento de campo.
- Establecimiento de las unidades electroestratigráficas (geoeléctricas).
- Asociación de las unidades geoeléctricas obtenidas con cuerpos rocosos y condiciones del subsuelo.
- Definición de la geometría de los cuerpos granulares y el contacto con el basamento rocoso, geometría de la cuña de intrusión salina y el nivel freático.

Unidad	Intervalo Resistivo	Descripción y asociación litológica	
U1	variable	Material granular, no saturado. Suelos, relleno mal clasificado.	
Ual	a	menor a 6	Material granular permeable, saturado de agua salada.
	b	6 a 16	Material granular permeable. Saturado de agua con menor concentración de sales. Agua salobre.
	c	16 a 56	Material granular permeable. Saturado de agua dulce.
Urk	a	56 a 100	Roca fracturada o material granular compacto. Es posible que este saturado.
	b	> 100	Roca sana.

Figura IV. 29. Clasificación Geoeléctrica.

El resultado del levantamiento geofísico, se elaboraron 14 secciones de resistividad mostrando unidades electro-estratigráficas correlacionables con unidades litológicas que muestran la geometría inferida de los depósitos granulares, y su contacto con el basamento rocoso, de las cuales se presentan las más representativas en las siguientes figuras.

En cuanto a los valores de resistividad se puede hacer una atribución de unos tramos de valores propios de cada material. Los materiales caracterizados por una baja resistividad en tonos de color azul (valor de resistividad aproximada:  $\rho = 1$  a  $6 \text{ ohm.m}$ ) son materiales de naturaleza predominantemente arcillosa. En este caso se trata de las arcillas y arena.

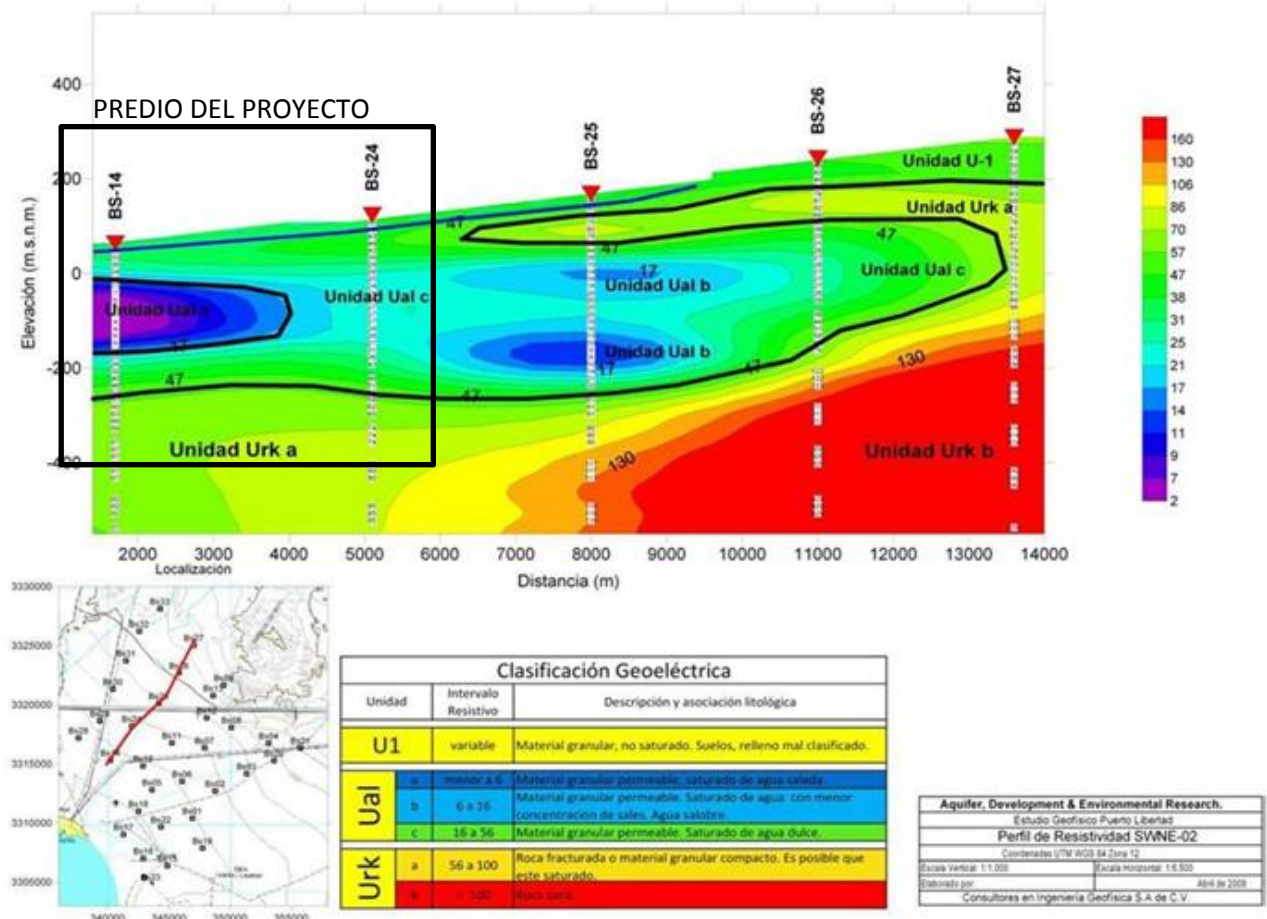


Figura IV. 30 Perfil de Resistividad SWNE-02.

Los materiales caracterizados por una alta resistividad en tonos de color rojo (valor de resistividad aproximada:  $\rho > 100 \text{ ohm.m}$ ) son materiales que corresponden al basamento, la roca más compacta que aflora en la zona estudiada. Las distintas formas de presentarse este basamento, en cuanto a su mayor o menor contenido en fractura, son las que van a condicionar distintos valores de resistividad de esta litología, llegando a descender por debajo de los 100 ohm.m cuando se trata de un basamento muy fracturado y presenta circulación de fluidos. Los contactos se establecen en la zona de inflexión, entre los valores más altos y más bajos ya que es la profundidad que este tipo de prospección marca los cambios de resistividad y consecuentemente, de litologías.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

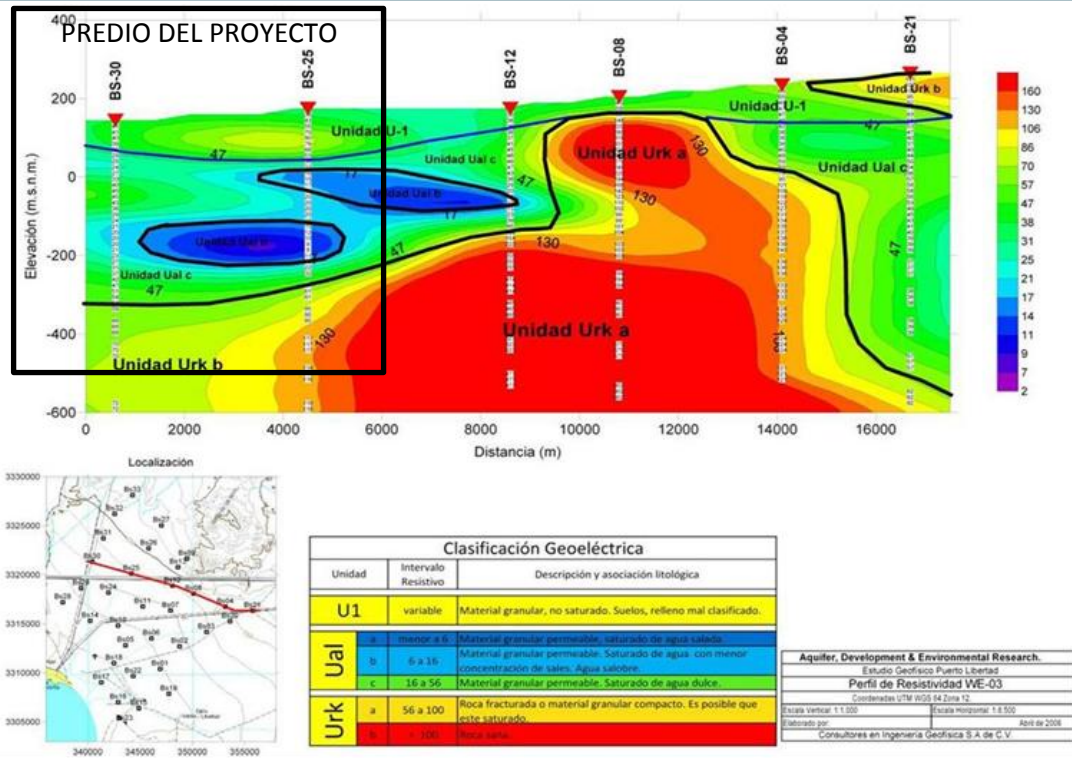


Figura IV. 31. Perfil de Resistividad WE-03.

De manera general los resultados que se obtuvieron fueron perfiles geofísicos que muestran las unidades geoelectricas, asociadas a tipos litológicos probables de acuerdo con las resistividades obtenidas los cuales fueron integrados en un modelo tridimensional para dar mayor facilidad de expresión y observación de resultados.



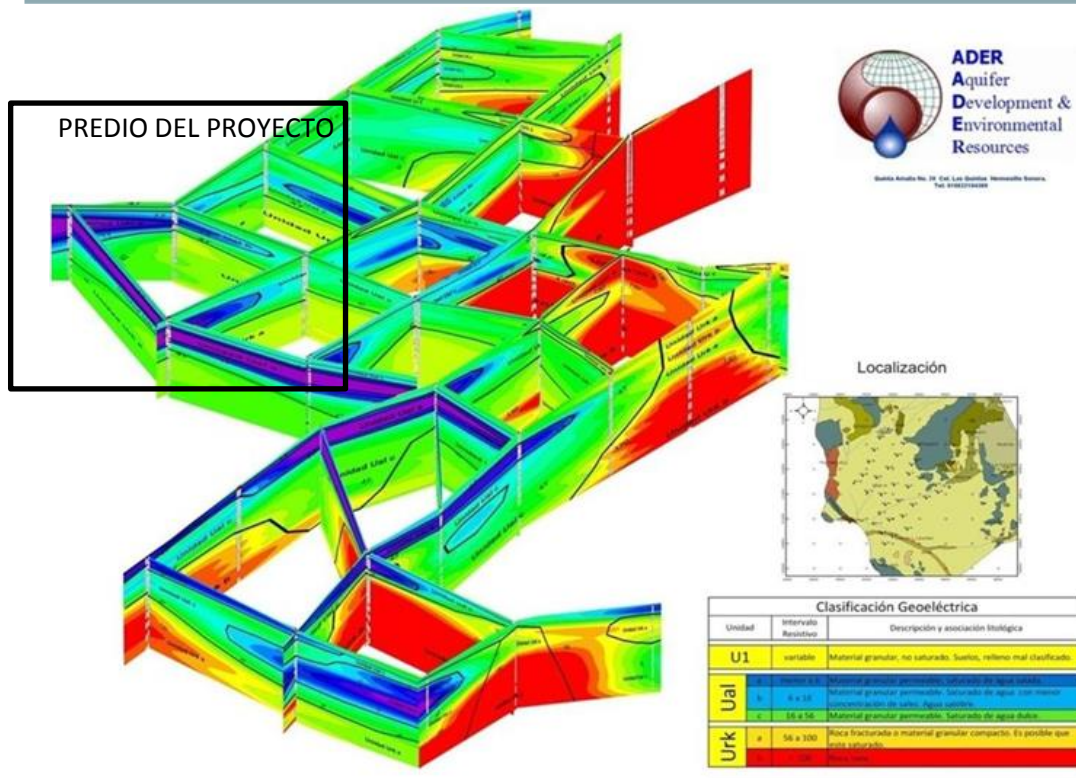


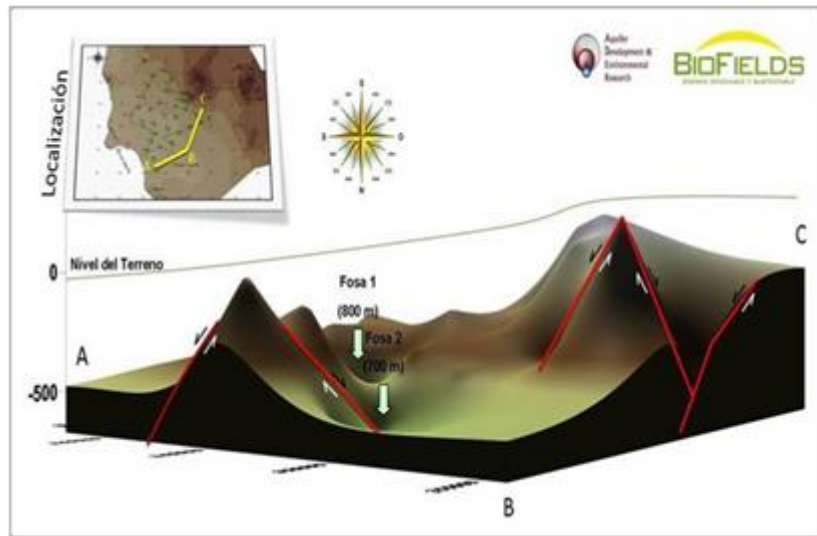
Figura IV. 32. Diagrama de Cerco secciones Geofísicas

Tomando en cuenta lo antes evaluado sobre las secciones geofísicas y de la geología local, así como del marco estructural y tectónico, se interpretó la profundidad al basamento hidrogeológico del área de estudio, el cual está formado por rocas de composición granítica, y cuya morfometría constituye tres fosas a nivel SAR:

- Fosa 1.- Es la más importante de ellas por su extensión, se ubica en la parte centro – suroeste, abarca aproximadamente 15 km de longitud, es paralela a la línea de costa y 7 km perpendicular a la misma. Ésta fosa empieza a partir de 2.5 km de la playa, y cuenta con tres depresiones de importancia: en la parte noroeste alcanza 500 m de profundidad, en la parte central hasta 800 m y en la porción sureste 700 m:
- Fosa 2.- Se localiza en la porción noroeste del área de estudio, al sur del Cerro Libertad y al Oeste de la Sierra de Aguirre. Su extensión es de aproximadamente 30 km<sup>2</sup> y alcanza una profundidad máxima de 700 m.
- Fosa 3.- Se encuentra al sur de la Sierra de Aguirre, en la porción Este del área. Su extensión es pequeña, pues abarca aproximadamente 16 km<sup>2</sup>.

La Figura siguiente se proporciona una vista hacia el noroeste de la configuración del basamento. En esta imagen se muestra la interpretación de algunas fallas normales, con el fin de mostrar el sistema estructural que predomina en el sitio y generalizado al estado de Sonora, como producto del evento tectónico distensivo del Terciario, que

originó la serie de cuencas y sierras (Basin and Range). En esta vista se observan dos de las depresiones que forman a la fosa principal (Fosa 1).



**Figura IV. 33.** Vista hacia el noroeste de la configuración de la geometría del basamento.

El sistema estructural de fosas y pilares es característico porque define fisiográficamente sierras y valles paralelos, que en superficie constituyen grandes planicies y en el subsuelo son zonas que semejan grandes canales rellenos de sedimentos detríticos no consolidados, por donde es posible que exista de forma natural el ingreso de un frente de intrusión marina. Por otro lado, los pilares son altos gravimétricos de rocas graníticas o metamórficas que forman lomeríos de baja altura y en el subsuelo actúan como barreras a la penetración de agua marina.

Las tres fosas alcanzan profundidades de hasta 800 m, siendo la de mayor importancia la fosa principal que se encuentra más cercana a la línea de costa.

Con este estudio se definieron tres tipos de basamento, clasificados de acuerdo a su grado de fracturamiento:

- Basamento con alto grado de fracturamiento. La zona de alto fracturamiento se presenta de forma alargada con dirección noroeste – sureste, con una longitud de 15 km y una anchura de 3 km, y se ubica en la parte central del área de estudio. Se considera de mayor importancia desde el punto de vista hidrogeológico, por ser el de mayor permeabilidad, ya que en muestra del pozo CIBNOR1, se observa prácticamente triturado, convertido el granito en una arena de textura gruesa.
- Basamento con fracturamiento moderado. La zona con fracturamiento moderado se encuentra unida a la zona anterior por el margen noreste, y

presenta dimensiones similares. También se encontró roca de este tipo al límite sur del área, a 2 km de la línea de costa.

- Basamento sano. La zona con el basamento sano, se presenta en contacto por el lado noreste, con las dos zonas con fracturamiento moderado, al pie de la sierra de Aguirre, del cerro Libertad y de la sierra Cirios, los cuales están ubicados en la parte norte y sur del área, respectivamente. La roca sana es de suma importancia hidrogeológica pues actúa como barrera impermeable que impide el intercambio de agua salada del mar y agua dulce del continente.

En la siguiente Figura de cercos se observa un basamento fracturado y alterado, que posiblemente se encuentra saturado con agua salada en las cercanías de la costa y un segundo basamento sano.

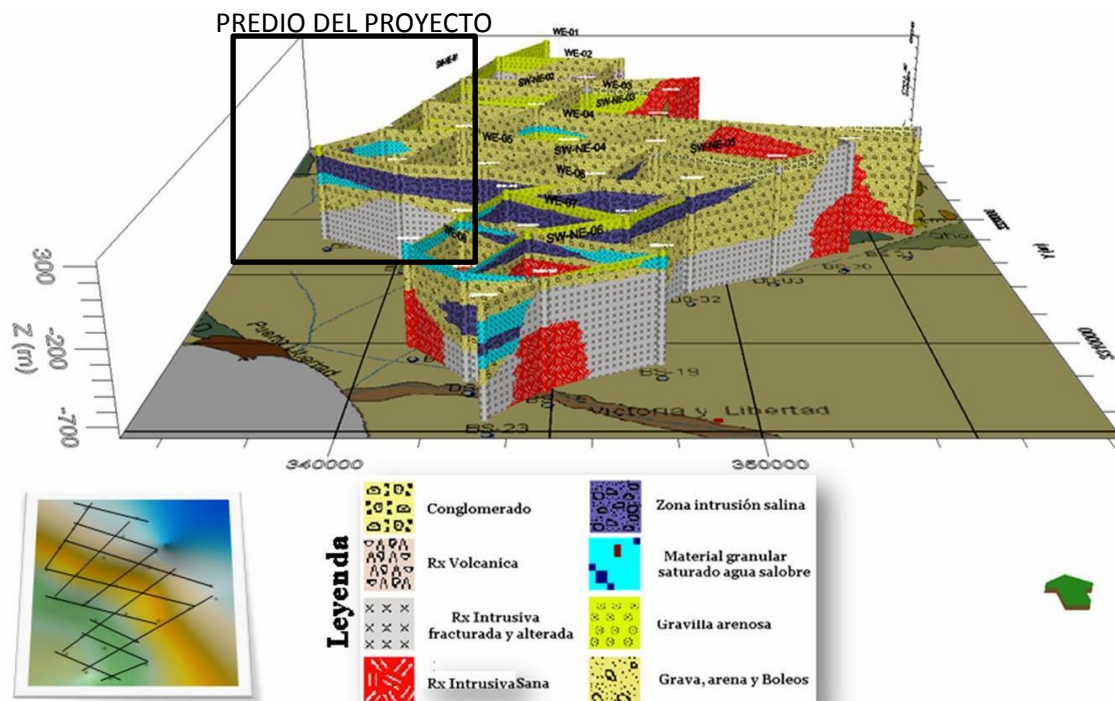


Figura IV. 34. Modelo hidroestratigráfico.

Esta roca granítica sana, cuyo afloramiento en superficie corresponde a la Sierra los Cirios, actúa como barrera impermeable a la intrusión marina.

#### Unidades Hidrogeológicas.

En la zona de estudio a nivel predio fueron definidas tres unidades hidrogeológicas, Las primeras dos unidades son subdivididas a su vez, en zonas saturadas (agua dulce o salada – salobre) y no saturadas.

Unidad 1. Arenas y gravas. Ésta unidad está subdividida en tres partes:

- a. Arena y gravas secas. Representan la zona no saturada del subsuelo. Su límite con la siguiente unidad es el nivel freático, el cual se determinó de acuerdo a la piezometría y a la interpretación hidrogeofísica.
- b. Arenas y gravas semiconsolidadas, saturadas con agua dulce. Básicamente se diferencia de la unidad superior en que ésta se encuentra saturada y más compactada. La calidad del agua se obtiene a partir de la conductividad eléctrica medida en aprovechamientos del acuífero, ubicándose dentro del campo del agua dulce.
- c. Arenas y gravas semiconsolidadas, saturadas con agua salada – salobre. Litológicamente igual que las anteriores, la diferencia radica en la calidad del agua. Se presenta como cuña de intrusión salina.

En esta unidad, los sedimentos son producto de la denudación de las rocas de los alrededores y por lo tanto son heterogéneos en su composición, dureza y grados de compactación. Por ello, la penetración de agua marina tiene mayor o menor presencia, y la mezcla de aguas de diferente calidad se refleja como producto de la estratigrafía y los cambios texturales.

En el caso de la fosa 1 en la parte central se presenta un canal con relleno sedimentario cuyo espesor varía de 300 a 500m y por su textura han facilitado la intrusión salina.

Unidad 2. Roca granítica fracturada. Esta unidad se subdividida en tres partes:

- a. Roca granítica fracturada y seca. Esta parte no aparece en las secciones hidrogeológicas, sino que se coloca en la parte alta de las sierras que aparecen en el modelo conceptual hidrogeológico. Su existencia se deduce del corte litológico del pozo perforado en Cimarron Bay Ranch, donde se cortaron aproximadamente 80 m de roca granítica fracturada, no saturada.
- b. Roca granítica saturada de agua dulce. Esta unidad fue cortada en el pozo ubicado en el predio de Cimarrón Bay Ranch, donde se encontró roca granítica fracturada, por donde circula agua dulce (de acuerdo con observaciones realizadas en el mismo pozo) a los 76 m de profundidad. El pozo se encuentra a 90 m.s.n.m., y el pozo CIBNOR 1 está a 15 m.s.n.m. Haciendo una relación de las profundidades al nivel estático y su calidad de agua se concluye que hidráulicamente, la roca fracturada y los sedimentos granulares semiconsolidados de la unidad 1 se comportan de manera muy semejante, pues el flujo subterráneo fluye libremente a través de ambas unidades.

- c. Roca granítica saturada de agua salada - salobre. Debajo de la unidad de roca granítica fracturada con agua dulce, se manifiesta otra unidad de baja resistividad, y dado que geológicamente es muy poco común encontrar rocas sedimentarias o volcánicas debajo de una roca granítica (sills), se infiere que la baja resistividad se deriva de un incremento en la salinidad del agua en la misma roca granítica fracturada. De esta manera, en esta parte se encuentra la cuña de intrusión salina, la cual existe por condiciones naturales debido a que el agua salada del mar aprovecha la permeabilidad secundaria de la roca. Existe una zona de interfase, la cual no necesariamente es otra unidad, sino una zona donde el agua pasa de dulce a salada. La geometría de esta zona es inferida.

Unidad 3. Roca granítica sana. El fracturamiento de la roca es provocado por intemperismo y por fallas que provocan el rompimiento de la roca, lo que provoca una permeabilidad secundaria. Sin embargo, en las partes profundas donde no existe afectación por estructuras geológicas ni efecto de intemperismo, la roca se encuentra sana, actuando como barrera impermeable.

Así, el predio del proyecto se presentan dos de las tres unidades hidrogeológicas: Unidad 1 y Unidad 2. En la porción superior se desarrolla la Unidad 1 con sus tres subunidades; en la parte superior se presenta una capa de arenas y gravas secas y debajo de éstas una capa de arenas y gravas semiconsolidadas con presencia de agua dulce hasta los 46 metros de profundidad. A partir de los 46 metros, la subunidad de arenas y gravas semiconsolidadas están influenciadas por la intrusión salina ya que debajo de esta unidad, al encontrarse dentro de la Fosa 1, derivado de la heterogeneidad de los materiales han facilitado el ingreso de la cuña salina por lo que se presentan estos lentes de agua salobre y salina, pues se mezcla el agua marina así como el agua dulce proveniente de la infiltración.

A una mayor profundidad se registra la Unidad 2 Rocas graníticas fracturadas, la cual forma el basamento con fracturamiento alto, lo que ha facilitado entre otras condiciones el ingreso de la intrusión salina hasta esta porción del predio.

A nivel SAR, el proceso de recarga del acuífero se realiza a partir de la escasa precipitación, por lo que depende de la estacionalidad e intensidad de la temporada de lluvias. El ingreso o zona de recarga es a través de la zona de lomeríos, principalmente por el fracturamiento de las rocas graníticas así como por los depósitos aluviales que rellenan los valles intermontanos en la cuenca alta del SAR. El segundo punto de ingreso es a través de la misma planicie divergente debido a la granulometría de los materiales que han rellenido las fosas que se formaron en eras geológicas pasadas.

Así, la suma de ambas superficies son los que conforman el lente de agua dulce del acuífero.

El acuífero también presenta un lente de agua salobre y salada, el cual es resultado de la intrusión salina proveniente de la costa y se presenta tanto en materiales granulares que conforman la unidad hidrogeológica 1 como en roca fracturada de la Unidad 2 así como por la morfología del basamento granítico que subyace a la planicie.

#### **Calidad del agua subterránea a nivel predio**

A nivel predio en 2012 se realizó un estudio de Integración y caracterización hidrológica superficial y subterránea cuyos datos se retoman para conocer la calidad del acuífero a nivel del predio, el cual se evaluaron los siguientes parámetros:

- a) Isovalores de conductividad eléctrica. La CE es proporcional a la cantidad total de iones disueltos presentes en el agua; por ello, la conductividad puede ser usada para dar una idea de los sólidos totales disueltos en una muestra de agua. De las muestras analizadas se observa que la totalidad de los valores de CE registrados, se ubican dentro del rango del agua, ya que estos oscilan entre 1000 a 1100  $\mu$  S/cm.
- b) Isovalores de Nitrato. Las concentraciones de nitrato con respecto al nitrógeno en el área de estudio terrestre, se encuentran por debajo del límite máximo permisible que establece la NOM (límite máximo de 10 mg/l). Los valores de nitratos se encuentran en un rango de 0 a 1.2 mg/l.
- c) Isovalores de pH. Los valores de pH de los pozos y noria cercanas al área de estudio del proyecto, se encuentran en un rango de 7.4 a 7.9, lo que indica que, en general para el área de estudio, el agua es ligeramente alcalina, esto es debido a que los carbonatos, presentan un claro predominio sobre el contenido de sulfatos en el agua
- d) Isovalores de Sodio. Las concentraciones de sodio ( $\text{Na}^{++}$ ) en el agua subterránea son muy comunes debido a la presencia de rocas que forman el medio geológico. Puede provenir de la liberación de algunos constituyentes de las rocas ígneas, principalmente basaltos y riolitas por el ataque a los minerales del grupo de los feldespatos y plagioclasas, así como por contaminación urbana e industrial (Custodio y Llamas, 1996). En general los valores de sodio en el área de estudio terrestre, son inferiores al límite máximo permisible establecido por la NOM de 200 mg/l.
- e) Isovalores de Calcio. De acuerdo con el contenido de calcio se considera que la dureza del agua es muy blanda.
- f) Isovalores de Magnesio. La concentración en los aprovechamientos muestreados varía de 4.1 mg/l a 9.5 mg/l.

- g) Isovalores de Potasio. Según la NOM no establece un LMP de potasio contenido en agua para uso y consumo humano. Sin embargo, Custodio y Llamas (1996), fija las concentraciones de agua potable de hasta 10 mg/l. En el área de estudio, los valores de potasio se encuentran entre 0.4 mg/l a 1.9 mg/l.
- h) Isovalores de Cloruros. La NOM establece un límite máximo permisible de 250 mg/l de cloruro en el agua para uso y consumo humano. En el área de estudio terrestre del proyecto, las concentraciones de cloruro se encuentran altas pero dentro del rango que marca la NOM, ya que los valores de cloruro van de 195.2 a 213 mg/l.
- i) Isovalores de Sulfatos. Las concentraciones de sulfato en el área de estudio terrestre se encuentran en un rango de entre 11 a 41.3 mg/l. Los valores obtenidos dentro de los aprovechamientos muestreados se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible establecido por la NOM, la cual contempla un límite máximo de 400 mg/l para consumo humano.
- j) Isovalores de Bicarbonato. En el área de estudio terrestre, las concentraciones de bicarbonato oscilan entre 146.4 y 189.1 mg/l.

La calidad del agua en el acuífero Puerto Libertad, se definió mediante los parámetros físicoquímicos analizados en función de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 para uso y consumo humano. Y las concentraciones identificadas en general se mantienen inferiores a los Límites Máximos Permisibles establecidos por la Norma Oficial Mexicana.

En el Acuífero de Puerto Libertad, casi la totalidad de los valores de CE registrados en los sitios de muestreo, se ubican dentro del rango del agua dulce, ya que estos oscilan entre 540 a 1360  $\mu$  S/cm.

### **Flujos subterráneos (cantidades y temporalidades)**

De acuerdo al Estudio de Factibilidad Hidrogeológica realizado, la profundidad al nivel estático varía de manera proporcional a la distancia con la línea de costa y de acuerdo a la topografía, de manera que el nivel es más profundo (hasta 100.75 m) a 10 km de la playa, y llega a estar a 3 m en el punto más cercano a la misma. La elevación del nivel estático varía de acuerdo a la elevación topográfica, desde 11.25 m.s.n.m. hasta 1.0 m.s.n.m. De esta manera, el flujo subterráneo lleva una dirección paralela al drenaje superficial: en la porción norte del área, noreste – suroeste; y en la parte sur, sureste – noroeste. La tendencia del flujo es viajar hacia la línea de costa, en los alrededores del poblado de Puerto Libertad.

El escaso volumen de infiltración circula a través del relleno sedimentario, el cual es principalmente de textura gruesa, y constituye un acuífero de tipo libre. Una pequeña

parte del volumen infiltrado se extrae mediante pozos, donde el uso principal es el público urbano y el agrícola. La baja infiltración, la diferencia de carga hidráulica entre la corriente del continente y la del mar, debido a la baja precipitación que se presenta y a la escasez de flujos regionales han permitido el paso al agua de mar hacia el continente, de modo que se presenta una pluma de intrusión salina con calidad que varía entre agua salada y agua salobre. De esta manera, la penetración de agua marina se ha dado en forma natural, es decir no ha sido provocada por sobreexplotación de agua subterránea del acuífero. De esta forma el comportamiento se describe a continuación:

- a) . La entrada del agua tiene lugar con la precipitación, la cual es de 107 mm anuales, y la mayoría se pierde por evaporación y/o evapotranspiración. Del volumen infiltrado, una parte se extrae mediante captaciones de aguas subterráneas, para abastecer a la población y satisfacer necesidades de las zonas agrícolas y ranchos.
- b) El flujo subterráneo va de las sierras de los alrededores hacia las partes bajas, hasta descargar en el mar, al sureste del poblado de Puerto Libertad, rodeando a las rocas intrusivas sanas.
- c) La elevación del nivel estático aumenta a medida que aumenta la elevación topográfica.
- d) La cuña de agua salada, debido a su mayor densidad, se encuentra debajo de la columna de agua dulce, penetrando 12 km al continente. La profundidad a la que fue detectada varía entre 46 y 85 m. , y el espesor de la cuña entre 140 y 200 m.
- e) La intrusión de agua salobre y salada se presenta saturando parcialmente los sedimentos que rellenan las fosas. El frente de intrusión se presenta en forma de digitación, como modelo, sería semejante a los dedos de una mano, donde entre los dedos hay agua salobre en sedimentos de las fosas y los dedos son propiamente las sierras impermeables. La dirección de la intrusión es perpendicular a la línea de costa, y se manifiesta en la unidad granular. La roca granítica de la unidad KsTpaGr-Gd es una barrera hidrogeológica cuando se encuentra poco fracturada, de manera que la intrusión se ve obligada a rodear a la unidad.



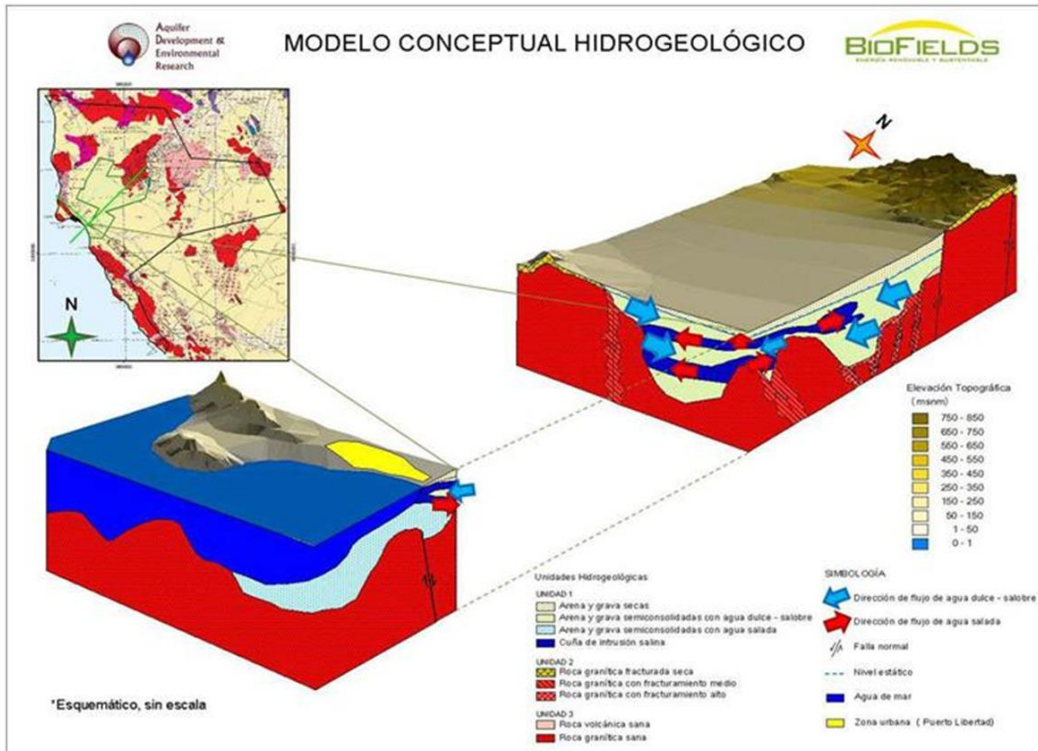


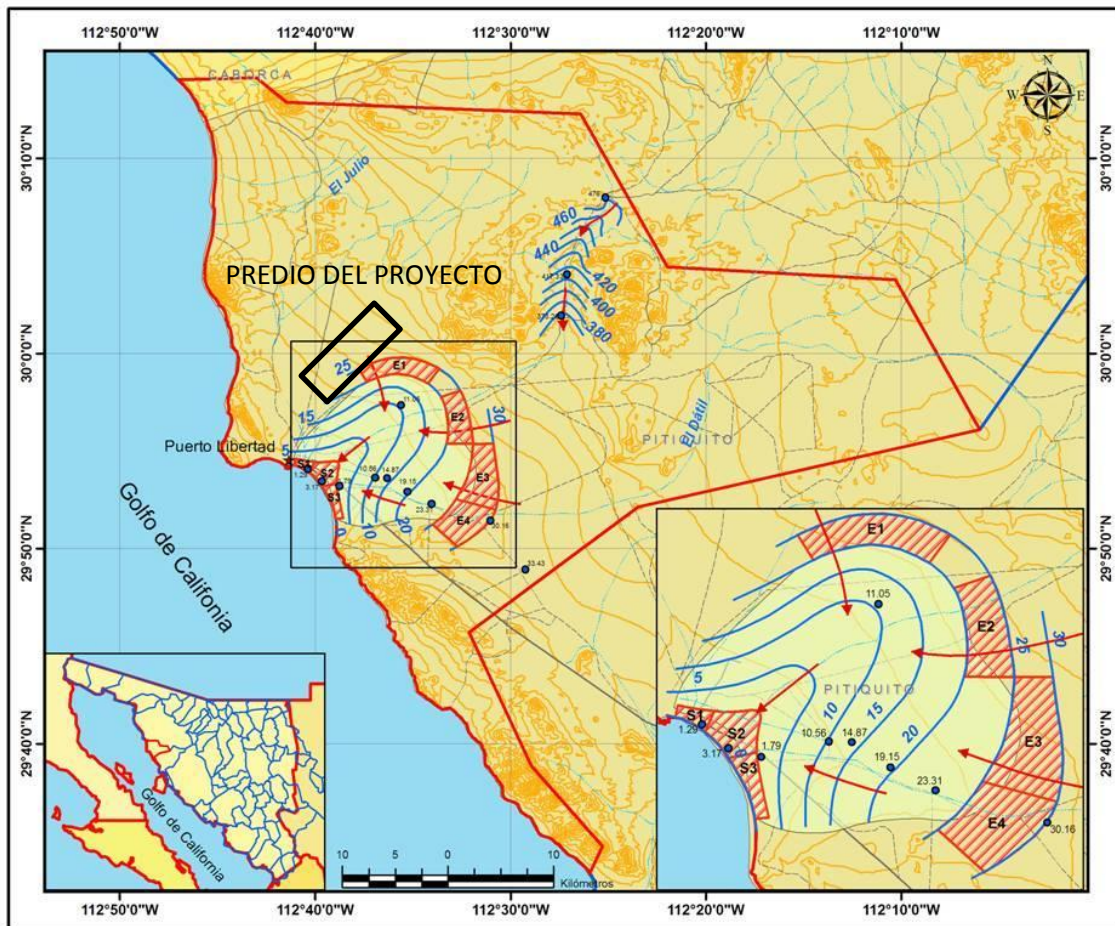
Figura IV. 35. Modelo conceptual geohidrológico.

De esta manera, tal y como se señala en el modelo de funcionamiento hidrogeológico el flujo de agua subterránea se presenta en dos sentidos y a dos profundidades distintas. El lente de agua dulce o acuífero dulce fluye al igual que los escurrimientos superficiales, de la zona de lomeríos hacia la costa. Más aún a partir de la elevación y profundidad de los niveles estáticos, se ha identificado que los flujos tienden a concentrarse hacia el poblado Puerto Libertad donde la morfología del relieve también cambia de una geometría convexa a una cóncava, conformando una especie de cubeta de captación. Este lente de agua dulce descarga hacia el mar con un espesor de hasta 30m de profundidad.

Debajo de este lente de agua dulce, los flujos de agua salobre y salina ingresan al continente en dirección opuesta a la pendiente superficial del terreno por debajo de esta capa de agua dulce. Y este ingreso de la cuña salina responde a la granulometría, la morfología y al grado de fracturamiento del basamento granítico sobre el cual descansa la planicie divergente que caracteriza a todo el SAR, librando aquellas zonas donde el basamento es sano.

De esta manera, la superficie del predio del proyecto contribuye al proceso de recarga del acuífero. Sin embargo, de manera general, toda la planicie divergente cumple con la misma función, y las áreas más importantes de ingreso de agua dulce al sistema hidrogeológico del acuífero Puerto Libertad se localizan hacia el sector sur del SAR,

específicamente en la zona funcional media de las microcuencas C y D, donde la elevación del nivel estático refleja una concentración de los flujos.



**Figura IV. 36.** Elevación del nivel estático en msnm y zona de entradas ( E ) y salidas ( S ) del acuífero regional Puerto Libertad.

Fuente: CONAGUA, 2009

### e) Edafología

En la región se pueden encontrar seis tipos de suelo, propios de zonas desérticas:

- Arenosol
- Calcisol
- Cambisol
- Fluvisol
- Leptosol
- Regosol

Estos tipos de suelo se combinan de acuerdo con sus características físicas y químicas. La formación de los suelos es por disgregación mecánica de rocas, meteorización química de los materiales regolíticos y acción de los seres vivos. Esta última es la etapa más significativa porque continúan con la descomposición de los minerales, iniciada por mecanismos físico-químicos. La mezcla de estos factores favorece la formación de los suelos.

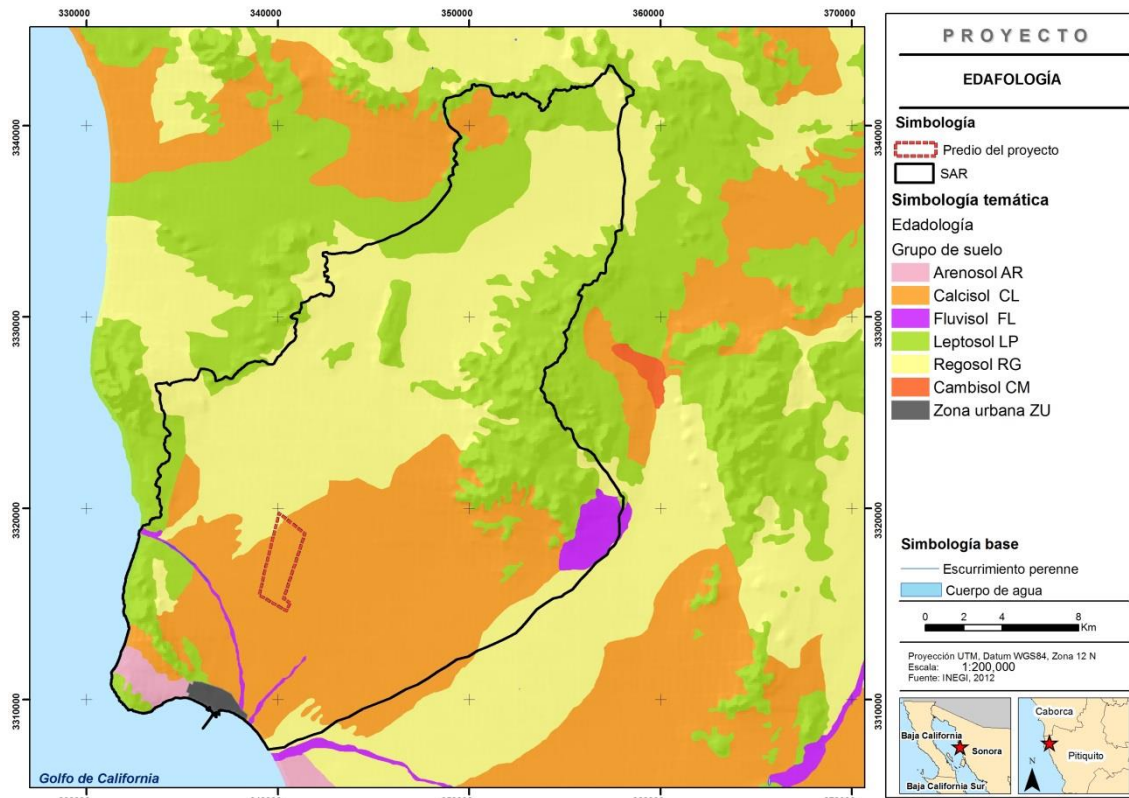


Figura IV. 37. Tipos de suelos a nivel SAR.

### Características del suelo

De acuerdo con lo antes dicho, se tiene 6 principales unidades o tipos de suelos, los cuales se describen a continuación:

#### Arenosol (AR)

*Suelos relativamente jóvenes y se caracterizan por ser producto de la meteorización in situ de sedimentos o rocas ricas en cuarzo y también está asociado a arenas recién depositadas por diferentes procesos eólicos. El material parental se caracteriza por ser un sustrato litológico no consolidado. Presenta una escasa o nulo desarrollo de su perfil.*

#### Calcisol (CL)

*Estos suelos se caracterizan por presentar una acumulación secundaria sustancial de carbonato de calcio en los primeros 100 cm de profundidad por lo que un horizonte superficial pardo pálido, todo esto como resultado de su asociación con materiales parentales altamente calcáreos.*

#### *Cambisol (CM)*

*Suelo relativamente jóvenes con muy poco o ningún desarrollo del perfil, es decir, presentan una diferenciación incipiente de horizonte. Se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla iluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe.*

*Fluvisol (FL):* suelo aluvial poco desarrollado, formado por materiales acarreados por el agua, por lo tanto se encuentra cercano al lecho de ríos y arroyos. Presenta sedimentos disgregados y sin terrones. La clase textural es gruesa y su fase física es gravosa. Posee capas alternadas de arena, arcilla y grava. El subtipo éutrico tiene un grado de saturación de 50% o más dentro de los 20 y 50 cm superficiales; carece de propiedades sálicas y de un horizonte sulfúrico.

*Fluvisol calcárico (FL):* formado por material aluvial reciente. Presenta un descenso irregular del contenido de materia orgánica en profundidad y cambios de textura, depositado en el lecho de río, arroyos y zonas de escorrentía superficial proveniente de las bajadas de los altos topográficos. Generalmente, se encuentran caracterizados por la presencia de sucesivas capas sedimentarias de granulometría muy variable, en función de la energía que lleva el agua al momento de la deposición. El continuo rejuvenecimiento de estos suelos por los aportes periódicos hace que tenga un grado de evolución muy escaso, presentan un contenido de calcio muy variable, que oscila entre el 20% y 50% debido al aporte de material carbonatado de la región. Son suelos de alta fertilidad y susceptibles de incrementar su productividad con prácticas agrícolas relativamente sencillas. Cuando presenta subtipo éutrico significa que carece de sales.

*Leptosol (LP)* las características determinantes de este suelo es que es delgado, menor de 10 cm de profundidad, muy pedregoso con bajo contenido de material orgánico y débilmente desarrollado. Se encuentra en sierras y lomeríos distribuidos a manera de manchones. Su textura es gruesa, fase física arenosa en zonas cercanas a la costa y textura media en la parte occidental. Una segunda fase es cuando presenta el subtipo Regosol calcárico y Vertisol crómico: el primero implica que contiene fragmentos gravosos de material

calcáreo, producto de la erosión de las partes topográficamente altas y el segundo hace alusión al efecto de mezcla, provocado por la presencia de arcillas expandibles.

Un segundo subtipo, conocido como Regosol éútrico indica que es poco consolidado con susceptibilidad a la erosión de moderada a alta y de fase física pedregosa.

*Regosol (RG)* se desarrolla sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Son suelos jóvenes y su evolución en el perfil es mínima debido a un proceso lento de formación por una prolongada sequedad. Suelen ser delgados, pedregosos, de textura gruesa, y procedentes de relieves altos. Si contiene subtipo calcárico indica fragmentos de material calcáreo presentes, similar al material parental, es pobre en contenido orgánico con texturas de arena a migajón arenoso y la saturación de bases es alta. En ocasiones comparten horizontes de Fluvisol éútrico, observándose como material disgregado y sin terrones, de clase textural media a gruesa, incluso alternancia de gravas, arenas, limos y arcillas. En otras situaciones como Yermosol se distingue más árido con capas de yeso y sales.

### **Erosión eólica e hídrica**

El relieve terrestre es la superficie irregular de la corteza de la tierra, mismo que es afectado por los agentes externos y dinámicos de la erosión; los ríos, las lluvias, las aguas subterráneas, los glaciares, los mares, el viento y las acciones erosivas propiamente generadas u ocasionadas por actividades antropogénicas (agrícolas, ganaderas, entre otras), como la deforestación y destrucción de los suelos. Los agentes erosivos mencionados promueven, transportan y depositan el material de la corteza terrestre que resulta del intemperismo.

### **Erosión eólica**

Para realizar el cálculo de la erosión eólica se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Erosión eólica} = \text{IAV} \times \text{CT} \times \text{CU}$$

Dónde:

IAV: Índice de Agresividad del Viento

CT: Coeficiente de Textura y Fase

CU: Coeficiente de Uso del Suelo

Los Coeficientes de Textura y Fase (CT) considerados en la realización de los cálculos se indican en la tabla siguiente:

**Tabla IV. 8.** Coeficiente asignado (CT) a los grupos de textura según el tipo de suelo.

Tipo de suelos	Coeficiente (CT)	Textura
Calcáreos (Xk, Rc, E)	3.50	1
	1.75	2
	1.85	3
Otros	3.50	1
	1.25	2
	1.85	3

Al igual que los Coeficientes de Uso de Suelo (CU) asignados se presentan en la tabla siguiente:

**Tabla IV. 9.** Coeficiente correspondiente al uso del suelo.

Coeficiente del uso del suelo (CU)	Vegetación
0.70	Agricultura de temporal
0.15	Monte o matorral
0.30	Pastizal
0.20	Bosque

Los valores de erosión eólica determinan las clases o grados de erosión, en la tabla siguiente se pueden observar los considerados en el cálculo de la erosión hídrica y eólica.

**Tabla IV. 10.** Valores y grados de erosión eólica.

Valor de la erosión eólica	Grado de erosión
Menor de 12 ton/ha/año	Sin erosión
De 12 a 50 ton/ha/año	Ligera
De 50 a 100 ton/ha/año	Moderada
De 100 a 200 ton/ha/año	Alta
Mayor de 200 ton/ha/año	Muy Alta

#### **Determinación de la Erosión Eólica actual**

Para la, los cálculos realizados con el objeto de conocer el rango de la erosión eólica, contemplaron los siguientes valores; 168 y 117, correspondientes al mayor y menor índice de agresividad del viento respectivamente, esto permitió obtener un valor

mínimo y otro máximo de pérdida de suelo por acción del viento en el área de referencia.

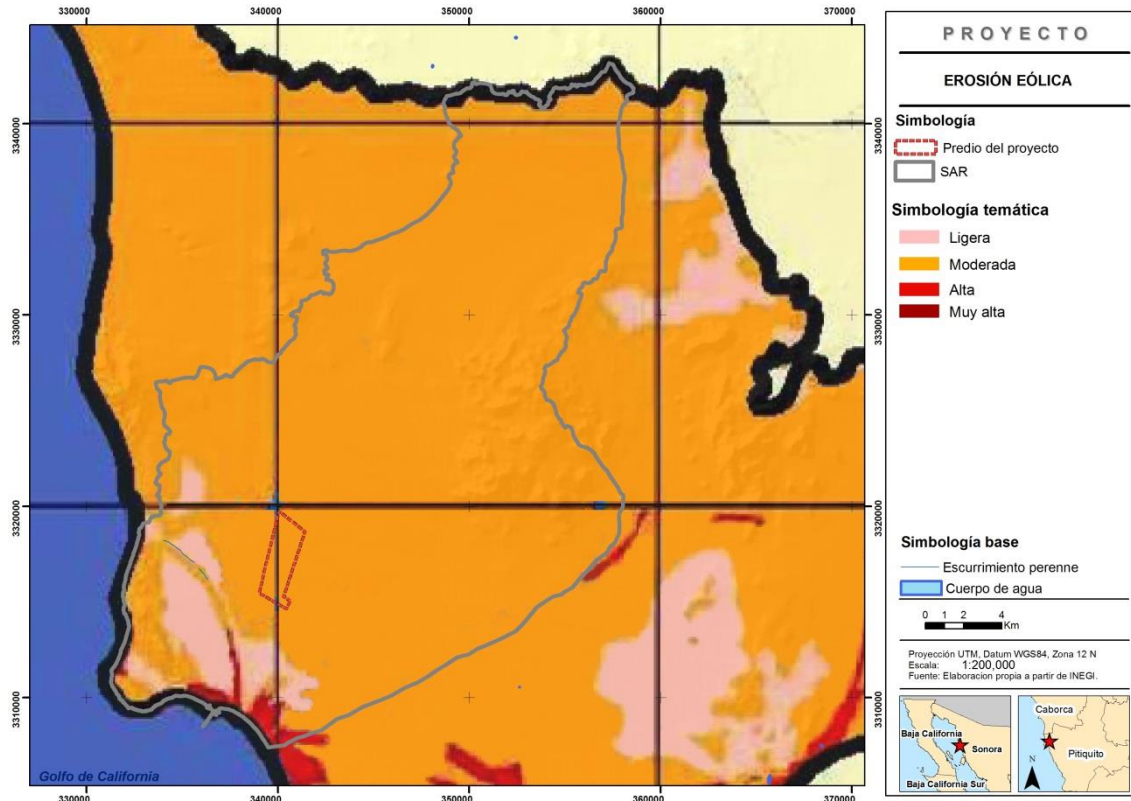


Figura IV. 38. Erosión eólica a nivel SAR y predio

Esto da como resultado que a nivel SAR y predio del proyecto predomina una erosión eólica moderada, es decir, entre 50 y 100 ton/ha/año.

### Erosión hídrica

La erosión hídrica se estimó utilizando una metodología propuesta por la FAO (1980), basada en la Ecuación Universal de la Pérdida de Suelo (Wischmeier y Smith, 1978) y aplicando la siguiente ecuación:

$$E = R K L S C$$

Donde:

E: Erosión del suelo t/ha/año

R: Erosividad de la lluvia. Mj/ha mm/hr

K: Erosionabilidad del suelo

LS: Longitud y Grado de pendiente

C: Factor de vegetación

Para explicar este modelo en forma práctica se utilizarán algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que han permitido, a nivel nacional, hacer un uso adecuado de este modelo predictivo.

La erosividad de la lluvia (R), es la capacidad o agresividad de ésta para causar erosión, es representada por medio de índices de erosividad. El parámetro de erosividad (R) se calcula a partir del concepto de energía asociada a tormentas y la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos (EI30). La suma de los valores de EI30, que se presentan en el año da como resultado el valor de erosividad de la lluvia. En México, Cortés (1991) regionalizó el territorio nacional en 14 áreas y con análisis de regresión estimó el valor de R en función de la precipitación anual.

En relación a lo anterior, se tiene que el SAR, se ubican en la Región II y la ecuación correspondiente es:

$$R = 3.4555P + 0.006470P^2$$

Donde:

R: Erosividad de la lluvia (MJ mm /ha hr año)

P: Precipitaciones medias anuales

Las precipitaciones medias anuales utilizadas corresponden a 100 mm y 300 mm para determinar el rango de erosión mínima y máxima.

El término erosionabilidad del suelo (K), se usa para indicar la susceptibilidad de un suelo a ser erosionado (Figuroa, 1991). El factor de erosionabilidad del suelo, se expresa en t ha hr/MJ mm ha, y se calculó mediante la metodología propuesta por la FAO (1980), se asigna un coeficiente a partir de la textura superficial (utilizando tres grupos texturales) y la unidad de suelo dominante a la que pertenecen.

El factor de Longitud y Grado de pendiente (LS) utilizado fue de 0.3 (Edeso et al., 1997) y corresponde a una pendiente promedio inferior o igual al 3%, para el área de referencia.

El factor correspondiente al uso de suelo y vegetación (C) recibió una calificación de acuerdo a los criterios planteados en la tabla siguiente:

**Tabla IV. 11. Coeficientes para uso del suelo y vegetación.**

Uso de suelo y vegetación	Valor de C
Agrícola, área de cultivo	0.80
Bosque	0.10
Pastizal o pradera	0.12
Matorral	0.15



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Vegetación de desierto	0.50
Mezquital	0.20
Halófito	0.20
Vegetación de galería	0.20

La clase de erosión hídrica según FAO (1980) se puede observar a continuación:

Tabla IV. 12. Clase de erosión hídrica según FAO (1980).

Valor de la erosión hídrica	Clase de erosión
Menor de 10 ton/ha/año	Ligera
De 10 a 50 ton/ha/año	Moderada
De 50 a 200 ton/ha/año	Alta
Mayor de 200 ton/ha/año	Muy Alta

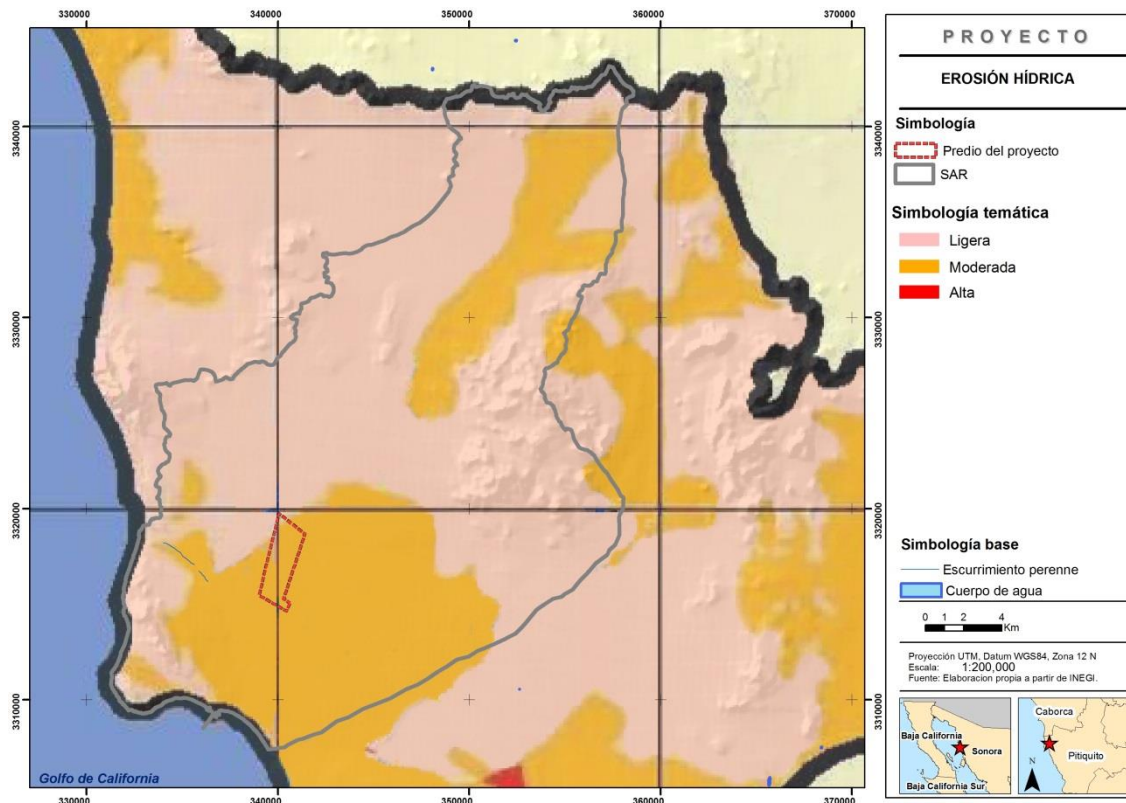


Figura IV. 39. Mapa de erosión hídrica a nivel SAR y predio.

### IV.3.1.2. Medio Biótico.

#### IV.3.1.2.1. FLORA

#### Tipos de Vegetación a nivel de SAR

Debido a su diversidad geológica, topográfica y climatológica, el Sistema Ambiental Regional sustenta una amplia diversidad de ecosistemas. El SAR se encuentra dentro de la región geográfica denominada Desierto Sonorense, la cual tiene una extensión de 260,000 km<sup>2</sup>, abarca parte del sur de los estados de Arizona y California en los Estados Unidos de América, prácticamente la totalidad de la península de Baja California y las islas del Golfo de California, y cerca del 40% del territorio del estado de Sonora en México (véase la siguiente Figura).

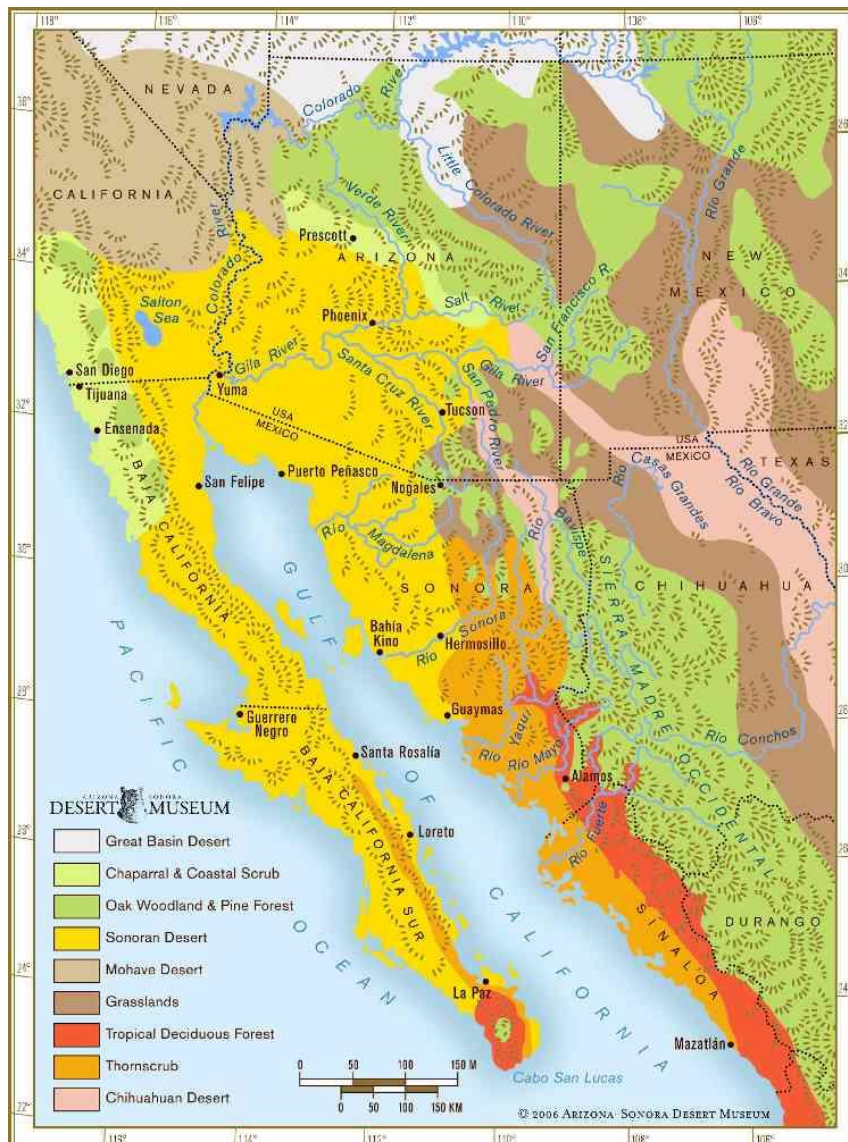


Figura IV. 40. Distribución de las regiones áridas y semiáridas del Noroeste de México, en la que se observa el Desierto Sonorense.

El Desierto Sonorense, tiene diferentes tipos de ecosistemas, son representativos los matorrales y sus diferentes asociaciones, como son: matorral micrófilo, matorral sarcocaula, mezquital y vegetación halófila. Las comunidades vegetales varían en altura y elevación. En la siguiente tabla se mencionan las superficies que ocupan los tipos de vegetación que se presentan en el SAR.

**Tabla IV. 13.** Superficie y porcentaje de los tipos de vegetación y usos de suelo en el SAR

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje(%)
Matorral sarcocaula	19,221.592	34.72
Matorral desértico micrófilo	34,953.154	63.14
Mezquital xerófilo	317.494	0.57
Vegetación halófila xerófila	663.149	1.19
Cuerpo de agua	30.955	0.05
Asentamientos humanos	164.621	0.29
Total	55,350.966	100

A continuación se hace una descripción de los tipos de vegetación.

#### **Matorral Desértico Micrófilo.**

En el SAR abarca 34,953.154 ha. En este tipo de vegetación el 70 % de las plantas son perennes y el 30% son plantas caducas. La especie representativa es *Larrea tridentata*. Este tipo de vegetación presenta dos tipos de asociación. Se presenta en altitudes que van de los 300 a 500 metros. La especie más abundante es *Encelia farinosa* con 28.6%, se presenta generalmente en áreas con actividades de sobrepastoreo. Otras plantas abundantes son *Franseria deltoidea* con 8.89% y *Larrea tridentata* con 7.64%. Las especies dominantes en el estrato alto son *Cercidium microphyllum* con 15.5% y *Fouquieria splendens* con 14.3 %, *Larrea tridentata* con 13% y *Encelia farinosa* con 9.89%. Las cuatro especies representan el 52.7% de la cobertura total del Matorral Desértico Micrófilo.

*Matorral desértico micrófilo de Larrea tridentata- Franseria deltoidea.* Este tipo de vegetación es pobre en especies leñosas. Las especies dominantes son *Larrea tridentata* y *Franseria deltoidea* y se encuentran asociadas a especies suculentas cilindropuntias como *Opuntia bigelovii*, *Opuntia arbuscula*, *Opuntia fulgida* y *Opuntia violácea*.

*Matorral desértico micrófilo de Larrea tridentata- Simmondsia Chinensis.* Este tipo de vegetación está representado por plantas perennifolias, como *Simmondsia chinensis* y *Sapium biloculare*, así como plantas que caducan en los meses más secos del año,

como *Celtis pallida*, y *Cordia parvifolia*; y plantas que retienen sus hojas bajo condiciones favorables, como *Coursetia glandulosa* y *Olneya tesota*.

### **Matorral Sarcocaulle**

En el SAR abarca 19,221.592 ha. Este tipo de comunidad presenta especies arbustivas con el tallo delgado y especies arbóreas de tallo grueso, corto y muy ramificado, con alturas que van desde los 0.50 a 2 metros. La especie representativa y dominante es *Bursera microphylla*. Se distribuye en lomeríos pedregosos y en sierras. Se presenta en altitudes que van de los 500 a 700 metros. Las especies más abundantes son *Encelia farinosa* con 21.6%, *Euphorbia polycarpa* con 8.7%, *Bursera microphylla* con 8.3% y *Jatropha cuneata* con 7.3%. Las especies dominantes son *Bursera microphylla* con 26.6%, *Jatropha cuneata* con 17.3% y *Fouquieria splendens* con 8.6%, las cuales corresponden al 52% de la cobertura total.

Matorral alto espinoso de *Cercidium microphyllum* – *Olneya tesota*. Presenta arbustos de 3 a 6 metros de altura. Se divide en tres estratos: el alto con *Cercidium microphyllum* y *Olneya tesota*, el mediano con *Sapium biloculare*, *Bursera microphylla*, *B. laxiflora*, *Prosopis glandulosa*, *Lemairocereus thurberi* y *Carnegiea gigantea* y el bajo con *Encelia farinosa*, *Opuntia arbuscula* y *Opuntia bigelovii*. Se distribuye en cañadas y escurrideros.

### **Mezquital Xerófilo**

En el SAR abarca 317.494 ha, este tipo de vegetación se caracteriza por la dominancia de distintas especies de mezquite de 1 a 15 m de altura en diferentes condiciones de humedad climática o edáfica acompañadas por otros arbustos espinosos e inermes que también se encuentran en los matorrales adyacentes, ya sea micrófilo o sarcocaulle. Se desarrolla frecuentemente en terrenos de suelos profundos y en aluviones cercanos a escorrentías. Es común encontrar esta comunidad mezclada con diversos elementos como huizache (*Acacia spp.*), palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium spp.*), *Prosopis articulata*, *P. juliflora* var. *glandulosa*, *P. juliflora* var. *velutina*, *P. juliflora* var. *Torreyana* y *P. pubescens*.

### **Vegetación Halófila Xerófila**

En el SAR abarca 663.149 ha. Este tipo de comunidad se desarrolla desde el nivel del mar hasta 150 m de altitud, en zonas con acumulación de sales, está constituida por arbustos y hierbas, algunas suculentas que pueden ser halófilas facultativas u obligadas. La topografía característica es de superficies llanas, con suelos arcillosos del tipo Solonchak, saturados con humedad por los niveles de marea, o por anegamiento de escorrentía, que con cierta regularidad inundan este ambiente, por lo que su contenido de sales en el suelo es elevado y limitativo para muchas especies vegetales.

Las especies arbustivas que se desarrollan en este tipo de vegetación se encuentran: *Atriplex sp.*, *Maytenus phyllanthoides* (Mangle dulce) y *Suaeda torreyana* (Sosa), que se distribuyen en línea costera del Golfo de California (SIGS, 2000).

### Asentamientos humanos

En el SAR abarca 164.621 ha. Una de las causas por las que se pierde la cobertura vegetal es por el crecimiento urbano, para ocupar grandes extensiones para el establecimiento de poblaciones y para satisfacer necesidades de alimentos, madera, recreación y disposición de residuos. Por lo anterior el SAR se encuentra deteriorado por las actividades del crecimiento de las zonas urbanas, actividades de origen antrópico.

En la siguiente figura se muestran los diferentes tipos de vegetación dentro del sistema ambiental.

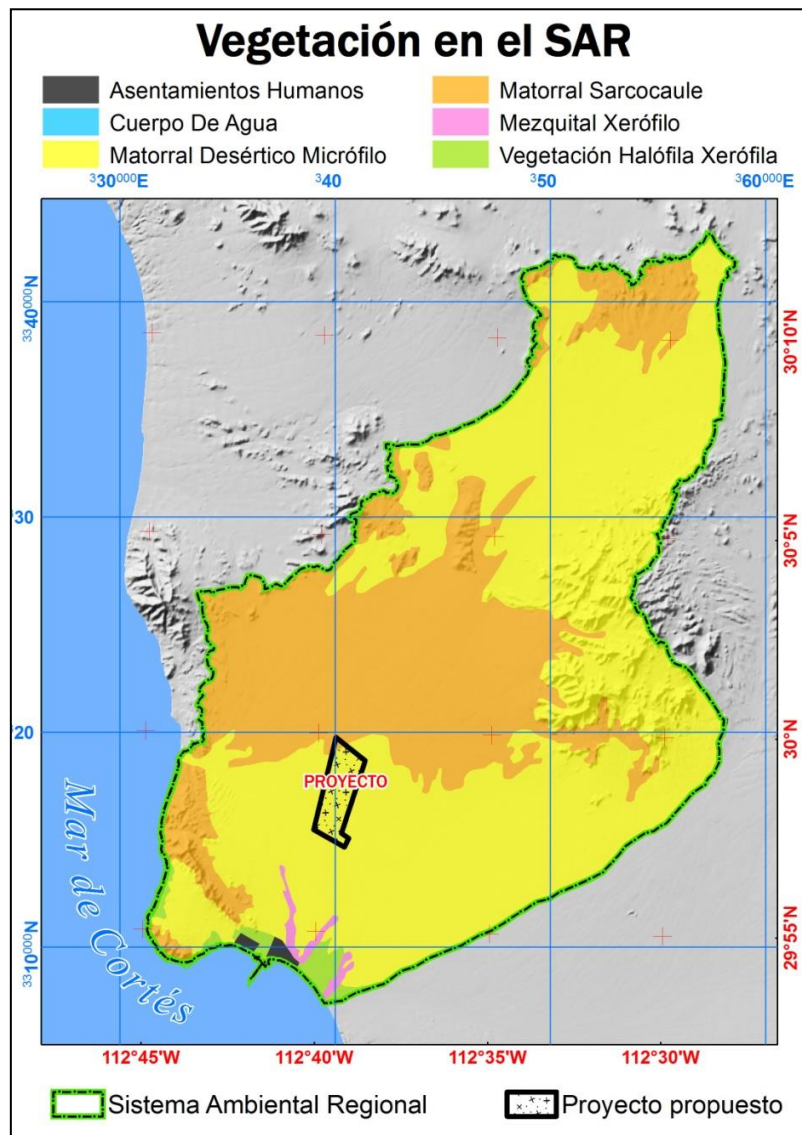


Figura IV. 41. Mapa que muestra los tipos de vegetación presentes en el SAR según INEGI serie V.

- **Composición de especies a nivel SAR**

Derivado de los tipos de vegetación más notables en el SAR, a continuación se enlistan los nombres comunes y científicos de las especies de flora principales (Ver siguiente tabla).

**Tabla IV. 14.** Listado de las especies de flora más representativas del SAR-

Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Acacia berlandieri</i>	Huajillo	
<i>Acacia farnesiana</i>	Huizache	
<i>Ambrosia dumosa</i>	Hierba del burro	
<i>Beaucarnea gracilis</i>	Soyate barrigón, Pata de elefante	A endémica
<i>Bursera fragilis</i>		
<i>Bursera hindsiana</i>		
<i>Bursera laxiflora</i>		
<i>Bursera microphylla</i>	Torote	
<i>Carnegiea gigantea</i>	Sahuaro	A no endémica
<i>Castela tortuosa</i>	Amargoso	
<i>Celtis pallida</i>	Granjero	
<i>Celtis pallida</i>	Granjeno, granjeno amarillo	
<i>Cercidium microphyllum</i>	Palo verde	
<i>Cheilanthes pringlei</i> var. <i>pringlei</i>		
<i>Cordia boissieri</i>	Anacahuita	
<i>Cordia Parvifolia</i>	Vara Prieta	
<i>Coryphantha compacta</i>		
<i>Coryphantha delaetiana</i>		
<i>Coryphantha echinus</i>		
<i>Coryphantha gracilis</i>	Biznaga partida delgada	P endémica
<i>Coryphantha macromer</i> subsp. <i>macromeris</i>		
<i>Coryphantha neglecta</i>		
<i>Coryphantha pseudoechinus</i> subsp. <i>pseudoechinus</i>	Biznaga partida de falsas espinas	Pr endémica
<i>Coryphantha pseudoechinus</i> subsp. <i>Laui</i>	Biznaga	Pr endémica
<i>Coryphantha pseudonickelsiae</i>		
<i>Coryphantha ramillosa</i> subsp. <i>ramillosa</i>		A no endémica
<i>Coryphantha ramillosa</i> subsp. <i>santarosa</i>		A no endémica
<i>Coryphantha robustispina</i> subsp. <i>scheeri</i>		
<i>Coryphantha salinensis</i>		
<i>Coryphantha sulcata</i>		A no endémica
<i>Encelia farinosa</i>	Cenizo	
<i>Ephedra aspera</i>		
<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Candelilla	
<i>Euphorbia lomelii</i>	Candelilla, gallito	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Euphorbia polycarpa</i>	Golondrina	
<i>Forestiera angustifolia</i>	Acebuche	
<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	
<i>Franseria deltoidea</i>		
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	Ocotillo u olivo	
<i>Havardia pallens</i>	Tenaza	
<i>Jatropha cuneata</i>	Sangreado	
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	Tullidora	
<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	
<i>Lemairocereus thurberi</i>	Pitahaya Dulce	
<i>Leucophyllum ambiguum</i>	Cenizo	
<i>Mimosa leucaenoides</i>	Zarza	
<i>Mortonia greggii</i>	Afinador	
<i>Neopringlea integrifolia</i>	Corva de gallina	
<i>Notholaena standleyi</i>		
<i>Olneya tesota</i>	Palo fierro	Pr no endémica
<i>Opuntia arbuscula</i>	Cholla	
<i>Opuntia bigelovii</i>	Oso de peluche	
<i>Opuntia fulgida</i>	Cholla	
<i>Opuntia violácea</i>	Nopal coyotillo	
<i>Parkinsonia microphylla</i>	Palo verde	
<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite	
<i>Prosopis juliflora var. Velutina</i>		
<i>Prosopis laevigata</i>	Mezquite	
<i>Sapium biloculare</i>	Yerba de la flecha	
<i>Simmondsia chinensis</i>	Jojoba	
<i>Yucca filifera</i>	Izotes	
<i>Yucca periculosa</i>	Izotes	
<i>Yucca sp</i>	Izotes	
<i>Zanthoxylum fagara</i>	Limoncillo	

- **Uso de especies en el SAR o en la región**

Nombre común	Nombre científico	Uso
Candelilla	<i>Euphorbia antisiphilitica</i>	Extracción de cera
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	Resina medicinal (antioxidante)
Jojoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	Cera
Lechugilla	<i>Agave lecheguilla</i>	Fibra natural
Mezquite	<i>Prosopis sp</i>	Forraje (vaina), combustible
Palma samandoca	<i>Yucca carnerosana</i>	Fibra natural
Palo fierro	<i>Olneya tesota</i>	Artesanías
Sotol	<i>Dasyilirion sp</i>	Elaboración de bebida alcohólica
Manzanita	<i>Arctostathylos sp</i>	Ornamental y combustible
Cactáceas (varias)	<i>Echinocereus, Opuntia y otras</i>	Ornamental y comestible
Yuca	<i>Yucca schidigera</i>	Saponinas, espumoso, medicinal
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	Ornamental
Siempreviva	<i>Dudleya sp</i>	Ornamental

## PRIMERA CAMPAÑA DE MUESTREOS A NIVEL SAR

El año pasado se realizó un primer muestreo, con un total de 7 transectos en el SAR, cubriendo una superficie de 1000 m<sup>2</sup> cada uno (100 metros de largo por 10 m de ancho). En cada transecto se levantaron los datos de cada individuo de la vegetación perenne, registrando la especie y atributos dasonómicos como su altura, el diámetro de cobertura mayor y el diámetro de cobertura menor. Con estos datos se obtuvieron y calcularon los atributos principales de la vegetación de la zona, sus variantes estructurales y finalmente las asociaciones florísticas. Adicionalmente se realizaron inventarios florísticos que permitieron complementar la información levantada en los transectos de 1000 m<sup>2</sup>.

Tanto los transectos como los inventarios florísticos se distribuyeron en el Sistema Ambiental Regional con el objetivo de documentar las posibles variantes de la vegetación de acuerdo con la clasificación inicial de geoformas (véase la siguiente tabla).

**Tabla IV. 15.** Relación de puntos de muestreo e inventarios de vegetación en el SAR.

Nombre localidad	Geoforma	Tipo de vegetación	Tipo de muestreo	Ubicación (Latitud-Longitud)
Salitral en las cercanías de Puerto Libertad	Planicie 1	Halófila	Transecto 1000 m <sup>2</sup>	29.88257°N, -112.65118°W
Carretera a Caborca aprox. km 11	Planicie 2	Matorral micrófilo	Transecto 1000 m <sup>2</sup>	30.00299°N, -112.65745°W
Ca. Cerro Libertad, carretera a Caborca aprox. km 21	Planicie 3	Matorral micrófilo	Transecto 1000 m <sup>2</sup>	30.06598°N, -112.64211°W
Carretera Hermosillo-Puerto Libertad. Cuenca el Dátil	Planicie 4	Matorral micrófilo	Transecto 1000 m <sup>2</sup>	29.85946°N, -112.61106°W
Carretera Pto. Libertad-Hermosillo km 5	Lomerío residual	Matorral micrófilo	Inventario	29.86739°N, -112.26458°W
Terracería a Caborca aprox. Km 18	Planicie 5	Matorral sarcocuale	Transecto 1000 m <sup>2</sup>	29.95927°N, -112.53076°W
Base de colinas con cirios	Lomerío 1	Matorral sarcocuale	Inventario	29.84232°N, -112.64798°W
Cerro rocoso en las inmediaciones del Rancho El Caracol	Lomerío 2	Matorral sarcocuale	Transecto 1000 m <sup>2</sup>	30.00472°N, -112.47150°W

En el Sistema Ambiental Regional se encontró que el matorral xerófilo es el tipo de vegetación predominante, el cual abarca 34,953.2 ha. De este tipo de vegetación se pudo registrar tres tipos de matorral: matorral micrófilo (véase la siguiente tabla), sarcocuale y mezquital. La vegetación de mezquital no será afectada por la ejecución del proyecto.



**Tabla IV. 16.** Matorral desértico micrófilo.

Especie	Número de individuos
<i>Larrea tridentata</i>	60
<i>Jatropha cuneata</i>	14
<i>Fouquieria splendens</i>	7
<i>Bursera microphylla</i>	6
<i>Lophocereus schotii</i>	2
<i>Simmondsia chinensis</i>	1
<i>Lycium sp</i>	1
<i>Ambrosia chenopodiifolia</i>	45
<i>Ambrosia dumosa</i>	10
<i>Krameria paucifolia</i>	6
<i>Ditaxis brandegeei</i>	1
<i>Ferocactus cylindraceus</i>	1
<b>Totales:</b>	<b>154</b>
<b>Especies totales: 12</b>	

En el caso del matorral sarcocaule, se encontraron asociaciones con *Jatropha cuneata*-*Encelia farinosa* y *Atriplex canescens*-*Frankenia palmeri* y se realizó un muestreo en el tipo de vegetación halófila (véase las siguientes tablas).

Como se puede corroborar con base a los muestreos realizados, el trabajo de campo y de gabinete se enfocó a caracterizar la vegetación del SAR. En las tablas siguientes se muestran las especies registradas en el tipo de vegetación de matorral sarcocaule, en el SAR.

**Tabla IV. 17.** Matorral sarcocaule, asociación *Jatropha cuneata*-*Encelia farinosa*.

Especie	Número de individuos
<i>Jatropha cuneata</i>	46
<i>Bursera microphylla</i>	21
<i>Cercidium microphyllum</i>	8
<i>Croton sonorensis</i>	39
<i>Olneya tesota</i>	2
<i>Larrea tridentata</i>	9
<i>Fouquieria splendens</i>	3
<i>Lycium andersonii</i>	2
<i>Stenocereus thurberii</i>	2
<i>Pachycereus pringlei</i>	1
<i>Encelia farinosa</i>	46
<i>Euphorbia misera</i>	54
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	31
<i>Brickellia sp</i>	15
<i>Hibiscus denudatus</i>	10
<i>Solanum hindsianum</i>	4
<i>Simmondsia chinensis</i>	2

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

<b>Totales</b>	295
<b>Total especies:17</b>	

**Tabla IV. 18.** Matorral sarcocaule con la presencia conspicua de cactáceas.

<b>Especie</b>	<b>Número de individuos</b>
<i>Jatropha cuneata</i>	21
<i>Larrea tridentata</i>	26
<i>Pachycereus pringlei</i>	8
<i>Cercidium microphyllum</i>	1
<i>Fouquieria splendens</i>	5
<i>Hyptis sp</i>	8
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	3
<i>Lophocereus schotii</i>	3
<i>Bebbia juncea</i>	3
<i>Carnegia gigantea</i>	1
<i>Bursera microphylla</i>	1
<i>Malacothamnus sp</i>	1
<i>Stenocereus thurberii</i>	1
<i>Encelia farinosa</i>	104
<i>Ambrosia dumosa</i>	76
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	54
<i>Brickellia megaphylla</i>	3
<i>Datura discolor</i>	3
<i>Lycium sp</i>	2
<i>Dysodia porophylloides</i>	2
<i>Mammillaria sp</i>	2
<i>Justicia californica</i>	1
<b>Totales</b>	<b>329</b>
<b>Total especies:22</b>	

**Tabla IV. 19.** Vegetación halófila, asociación *Atriplex canescens*-*Frankenia palmeri*.

<b>Especie</b>	<b>Número de individuos</b>
<i>Atriplex canescens</i>	32
<i>Frankenia palmeri</i>	54
<i>Lycium andersonii</i>	18
<i>Suaeda torreyana</i>	6
<i>Euphorbia misera</i>	5
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	7
<i>Ferocactus cylindraceus</i>	6
<i>Jatropha cuneata</i>	2
<i>Peniocereus striatus</i>	1
<i>Jatropha cinérea</i>	1
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	1
<b>Totales</b>	<b>133</b>

Especies: 11

Se enlistan los individuos que se identificaron en el SAR mediante los 7 transectos y dos transectos en el SAR, obteniéndose un total de 84 especies en 69 géneros. Las familias mejor representadas se encuentran: Cactaceae con el 18.10% de las especies, le siguen Asteraceae (12.38%), Euphorbiaceae (11.43%) y Fabaceae (10.48%). Lo anterior considero el trabajo de gabinete y de campo. (Véase la siguiente tabla).

**Tabla IV. 20.** Listado Florístico del SAR, se incluyen las especies observadas y las especies registradas en la literatura.

Num	Especie	Forma de Vida	Registro	Endemismo a Sonora o Desierto Sonorense
1	<i>Holographis virgata</i> (Benth. & Hook.) T.F. Daniel	Arbusto	Literatura	No endémica
2	<i>Justicia californica</i> (Benth.) D.N. Gibson	Arbusto	Observada	No endémica
3	<i>Phaulothamnus spinescens</i> A. Gray	Arbusto	Literatura	No endémica
4	<i>Pentagramma</i> sp	Hierba	Observada	ND
5	<i>Agave subsimplex</i> Trel.	Suculenta	Observada	Sonora
6	<i>Sesuvium portulacastrum</i> (L.) L.	Hierba	Observada	No endémica
7	<i>Ambrosia ambrosioides</i> (Delpino) W.W. Payne	Arbusto	Literatura	No endémica
8	<i>Ambrosia chenopodiifolia</i> (Benth.) W.W. Payne	Hierba	Registrada	Desierto Sonorense
9	<i>Ambrosia dumosa</i> (A. Gray) W.W. Payne	Hierba	Registrada	No endémica
10	<i>Bebbia juncea</i> Greene	Hierba	Observada	No endémica
11	<i>Brickellia atractyloides</i> A. Gray	Hierba	Registrada	No endémica
12	<i>Dysodia porophylloides</i> A. Gray	Hierba	Registrada	Desierto Sonorense
13	<i>Encelia farinosa</i> A. Gray	Arbusto	Registrada	No endémica
14	<i>Encelia frutescens</i> (A. Gray) A. Gray	Arbusto	Literatura	No endémica
15	<i>Hymenoclea salsola</i> Torr. & A. Gray	Arbusto	Observada	No endémica
16	<i>Pectis</i> sp	Hierba	Registrada	ND
17	<i>Porophyllum gracile</i> Benth.	Hierba	Literatura	No endémica
18	<i>Trixis californica</i> Kellogg	Hierba	Literatura	No endémica
19	<i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) Sweet	Arbusto	Literatura	No endémica
20	<i>Bursera microphylla</i> A. Gray	Arbusto	Registrada	Desierto Sonorense
21	<i>Carnegiea gigantea</i> (Engelm.) Britton & Rose	Suculenta	Registrada	Desierto Sonorense
22	<i>Cylindropuntia arbuscula</i> (Engelm.) F.M. Knuth	Suculenta	Observada	Desierto Sonorense
23	<i>Cylindropuntia bigelovii</i> (Engelm.) F.M. Knuth	Suculenta	Registrada	No endémica
24	<i>Cylindropuntia echinocarpa</i> (Engelm. & J.M. Bigelow) F.M. Knuth	Suculenta	Literatura	No endémica
25	<i>Cylindropuntia fulgida</i> (Engelm.) F.M. Knuth	Suculenta	Registrada	Desierto Sonorense
26	<i>Cylindropuntia leptocaulis</i> (DC.) F.M. Knuth	Suculenta	Observada	No endémica
27	<i>Echinocereus engelmannii</i> (Parry ex Engelm.) Rümpler	Suculenta	Registrada	No endémica
28	<i>Ferocactus cylindraceus</i> (Engelm.) Orcutt	Suculenta	Registrada	No endémica
29	<i>Ferocactus emoryi</i> Orcutt	Suculenta	Registrada	Desierto Sonorense
30	<i>Grusonia kunzei</i> (Rose) Pinkava	Suculenta	Literatura	Desierto Sonorense
31	<i>Lophocereus schottii</i> (Engelm.) Britton & Rose	Suculenta	Registrada	Desierto Sonorense
32	<i>Mammillaria</i> sp	Suculenta	Registrada	ND
33	<i>Opuntia santa-rita</i> (Griffiths & Hare) Rose	Suculenta	Observada	No endémica

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Num	Especie	Forma de Vida	Registro	Endemismo a Sonora o Desierto Sonorense
34	<i>Pachycereus pringlei</i> Britton & Rose	Suculenta	Registrada	Desierto Sonorense
35	<i>Peniocereus striatus</i> (Brandege) Buxb.	Suculenta	Registrada	Desierto Sonorense
36	<i>Stenocereus thurberi</i> (Engelm.) Buxb.	Suculenta	Registrada	Desierto Sonorense
37	<i>Allenrolfea occidentalis</i> Kuntze	Arbusto	Observada	No endémica
38	<i>Atriplex barclayana</i> D. Dietr.	Hierba	Observada	No endémica
39	<i>Atriplex canescens</i> (Pursh) Nutt.	Arbusto	Registrada	No endémica
40	<i>Atriplex polycarpa</i> Torr.	Arbusto	Registrada	No endémica
41	<i>Suaeda torreyana</i> S. Watson	Arbusto	Registrada	No endémica
42	<i>Ephedra trifurca</i> Torr.	Arbusto	Observada	No endémica
43	<i>Acalypha californica</i> Benth.	Hierba	Literatura	Desierto Sonorense
44	<i>Croton sonorae</i> Torr.	Arbusto	Registrada	No endémica
45	<i>Ditaxis brandegeei</i> (Millsp.) Rose & Standl.	Hierba	Registrada	Desierto Sonorense
46	<i>Euphorbia micromera</i> Boiss.	Hierba	Observada	No endémica
47	<i>Euphorbia misera</i> Benth.	Arbusto	Registrada	Desierto Sonorense
48	<i>Euphorbia tomentulosa</i> S. Watson	Hierba	Observada	Desierto Sonorense
49	<i>Jatropha cinerea</i> Müll.Arg.	Arbusto	Registrada	Desierto Sonorense
50	<i>Jatropha cuneata</i> Wiggins & Rollins	Arbusto	Registrada	Desierto Sonorense
51	<i>Sebastiania bilocularis</i> S. Watson	Arbusto	Observada	Desierto Sonorense
52	<i>Acacia gregii</i> A. Gray	Árbol	Literatura	No endémica
53	<i>Cercidium microphyllum</i> Rose & I.M. Johnst.	Árbol	Registrada	Desierto Sonorense
54	<i>Dalea mollis</i> Benth. var. <i>mollis</i>	Hierba	Observada	No endémica
55	<i>Marina</i> sp	Hierba	Observada	ND
56	<i>Olneya tesota</i> A. Gray	Árbol	Registrada	Desierto Sonorense
57	<i>Prosopis velutina</i> Wooton	Árbol	Registrada	Desierto Sonorense
58	<i>Psoralemmus emoryi</i> Rydb.	Hierba	Literatura	Desierto Sonorense
59	<i>Fouquieria columnaris</i> (Kellogg) Kellogg ex Curran	Árbol	Observada	Desierto Sonorense
60	<i>Fouquieria splendens</i> Engelm.	Arbusto	Registrada	No endémica
61	<i>Frankenia palmeri</i> S. Watson	Arbusto	Registrada	Desierto Sonorense
62	<i>Krameria paucifolia</i> (Rose) Rose	Hierba	Registrada	No endémica
63	<i>Hyptis emoryi</i> Torr.	Arbusto	Registrada	No endémica
64	<i>Petalonyx thurberi</i> A. Gray	Arbusto	Literatura	No endémica
65	<i>Hibiscus denudatus</i> Benth.	Hierba	Registrada	No endémica
66	<i>Horsfordia alata</i> A. Gray	Hierba	Registrada	Desierto Sonorense
67	<i>Commicarpus</i> sp	Hierba	Registrada	ND
68	<i>Stegnosperma halimifolium</i> Benth.	Arbusto	Literatura	Desierto Sonorense
69	<i>Bouteloua aristidoides</i> (Kunth) Griseb.	Hierba	Observada	No endémica
70	<i>Heteropogon contortus</i> Beauv.	Hierba	Literatura	No endémica
71	<i>Hilaria rigida</i> (Thurb.) Scribn. in Vasey	Hierba	Observada	No endémica
72	<i>Sporobolus virginicus</i> (L.) Kunth.	Hierba	Observada	No endémica
73	<i>Eriogonum deserticola</i> S. Watson	Hierba	Literatura	No endémica
74	<i>Colubrina viridis</i> (M.E. Jones) M.C. Johnst.	Arbusto	Literatura	No endémica
75	<i>Condalia globosa</i> I.M. Johnst.	Arbusto	Registrada	Desierto Sonorense
76	<i>Nama demissa</i> A. Gray	Hierba	Observada	No endémica
77	<i>Simmondsia chinensis</i> (Link.) Schneid.	Arbusto	Registrada	Desierto Sonorense
78	<i>Datura discolor</i> Bernh.	Hierba	Observada	No endémica

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Num	Especie	Forma de Vida	Registro	Endemismo a Sonora o Desierto Sonorense
79	<i>Lycium andersonii</i> A. Gray	Arbusto	Registrada	No endémica
80	<i>Lycium</i> sp	Arbusto	Registrada	ND
81	<i>Solanum hindsianum</i> Benth.	Arbusto	Registrada	Desierto Sonorense
82	<i>Celtis pallida</i> Torr.	Arbusto	Literatura	No endémica
83	<i>Fagonia californica</i> Benth.	Hierba	Literatura	No endémica
84	<i>Larrea tridentata</i> Coville	Arbusto	Registrada	No endémica

### Determinación de los parámetros ecológicos

.A partir de los datos registrados en trabajo de campo se obtuvieron: el diámetro de fuste, diámetro de copa, altura y número de individuos por especie, para realizar posteriormente las estimaciones de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr), utilizando las siguientes fórmulas: Índice de Valor de Importancia (IVI), Índices de Diversidad de Especies, Índice de Riqueza de Especies, (para explicación en extenso, véase Capítulo VIII).

### Resultados de los parámetros ecológicos

#### Índice de Valor de Importancia (IVI)

Para las especies encontradas en el matorral desértico micrófilo estos son los valores ecológicos encontrados:

Tabla IV. 21. Matorral Desértico Micrófilo.

Especie	No. de individuos	Abundancia Relativa (%)	Altura promedio (m)	Cobertura Promedio (m <sup>2</sup> )	Cobertura acumulada (m <sup>2</sup> )	Cobertura relativa (%)	IVI	IVI2
<i>Larrea tridentata</i>	60	38.96	1.41	2.46	147.44	31.70	70.66	207.64
<i>Jatropha cuneata</i>	14	9.09	1.94	8.01	112.14	24.11	33.20	217.07
<i>Fouquieria splendens</i>	7	4.55	3.34	9.72	68.02	14.62	19.17	226.88
<i>Bursera microphylla</i>	6	3.90	3.55	10.65	63.88	13.73	17.63	226.79
<i>Lophocereus schottii</i>	2	1.30	2.55	10.27	20.53	4.41	5.71	52.35
<i>Simmondsia chinensis</i>	1	0.65	1.60	7.63	7.63	1.64	2.29	12.21
<i>Lycium</i> sp	1	0.65	1.80	1.60	1.60	0.34	0.99	2.88
<i>Ambrosia chenopodiifolia</i>	45	29.22	0.91	0.80	36.18	7.78	37.00	32.80
<i>Ambrosia dumosa</i>	10	6.49	0.94	0.64	6.35	1.37	7.86	5.97
<i>Krameria paucifolia</i>	6	3.90	0.77	0.18	1.10	0.24	4.13	0.84

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Especie	No. de individuos	Abundancia Relativa (%)	Altura promedio (m)	Cobertura Promedio (m <sup>2</sup> )	Cobertura acumulada (m <sup>2</sup> )	Cobertura relativa (%)	IVI	IVI2
<i>Ditaxis brandegeei</i>	1	0.65	0.70	0.14	0.14	0.03	0.68	0.10
<i>Ferocactus cylindraceus</i>	1	0.65	0.70	0.13	0.13	0.03	0.68	0.09
<b>Totales:</b>	<b>154</b>	<b>100</b>			<b>465.14</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	
<b>Especies totales: 12</b>		<b>Individuos totales: 154</b>			<b>Porcentaje de cobertura: 46.51</b>			

Índice de Valor de Importancia (IVI)

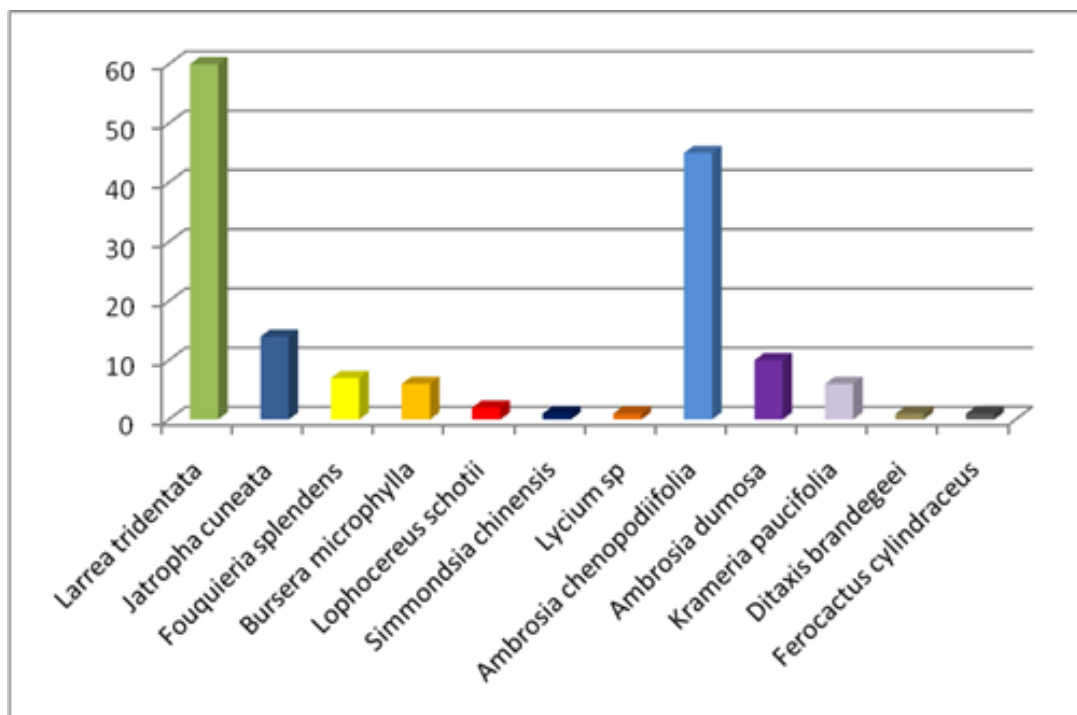


Figura IV. 42. Riqueza y abundancia de especies en el tipo de vegetación matorral desértico micrófilo.

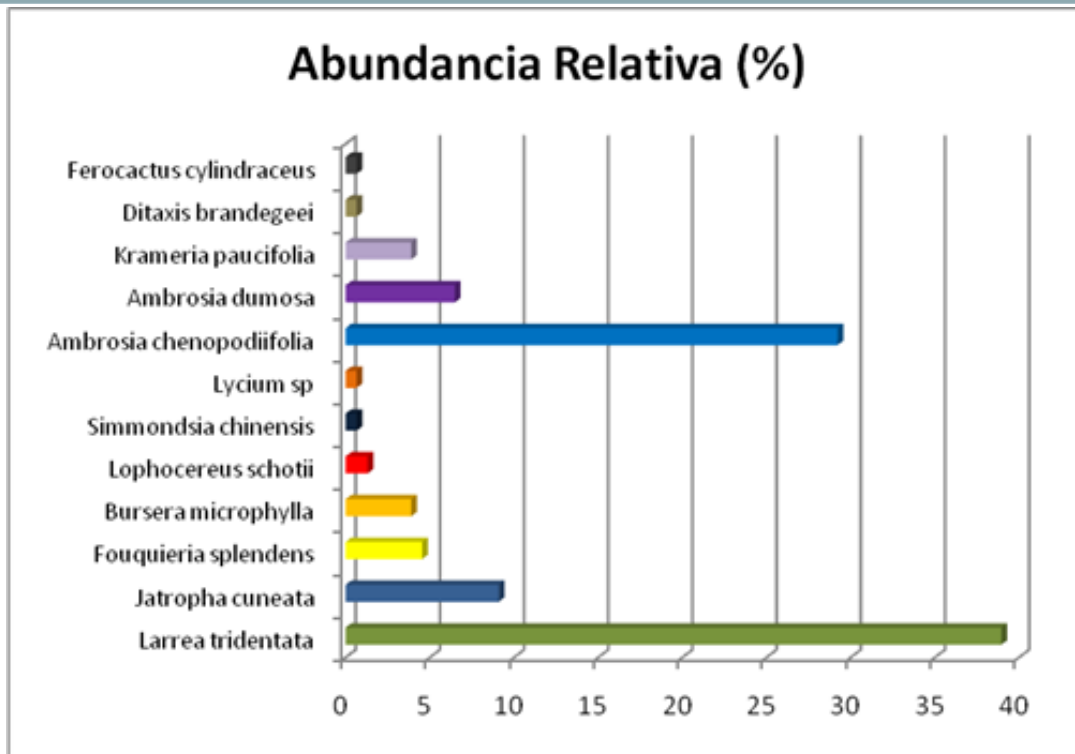


Figura IV. 43. Abundancia relativa de especies en el tipo de vegetación matorral desértico micrófilo.

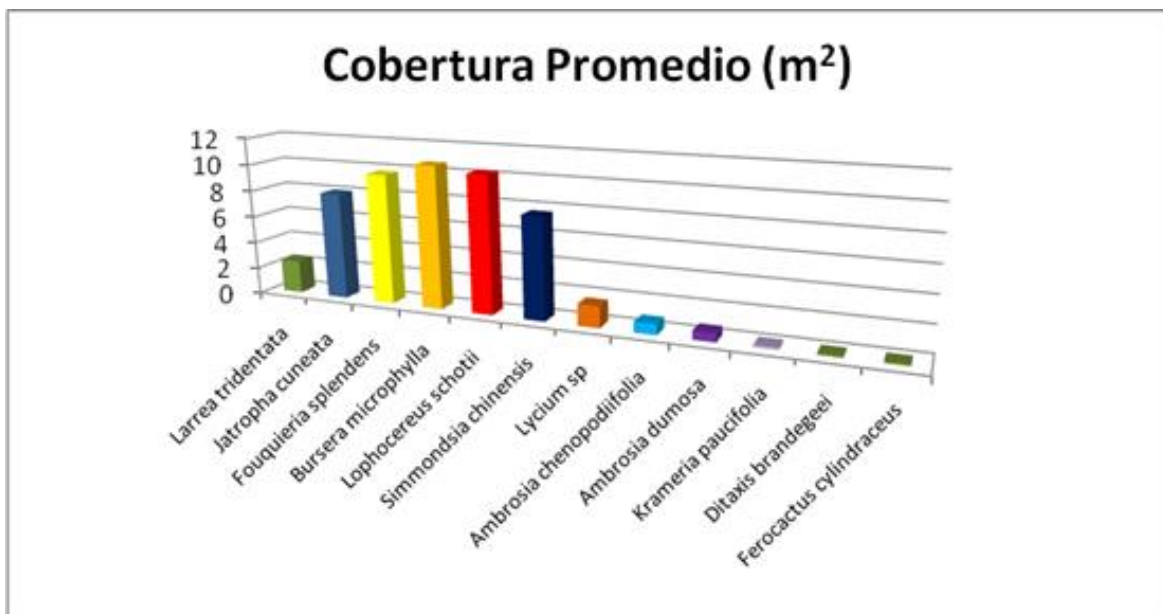


Figura IV. 44. Cobertura promedio de especies en el tipo de vegetación matorral desértico micrófilo.

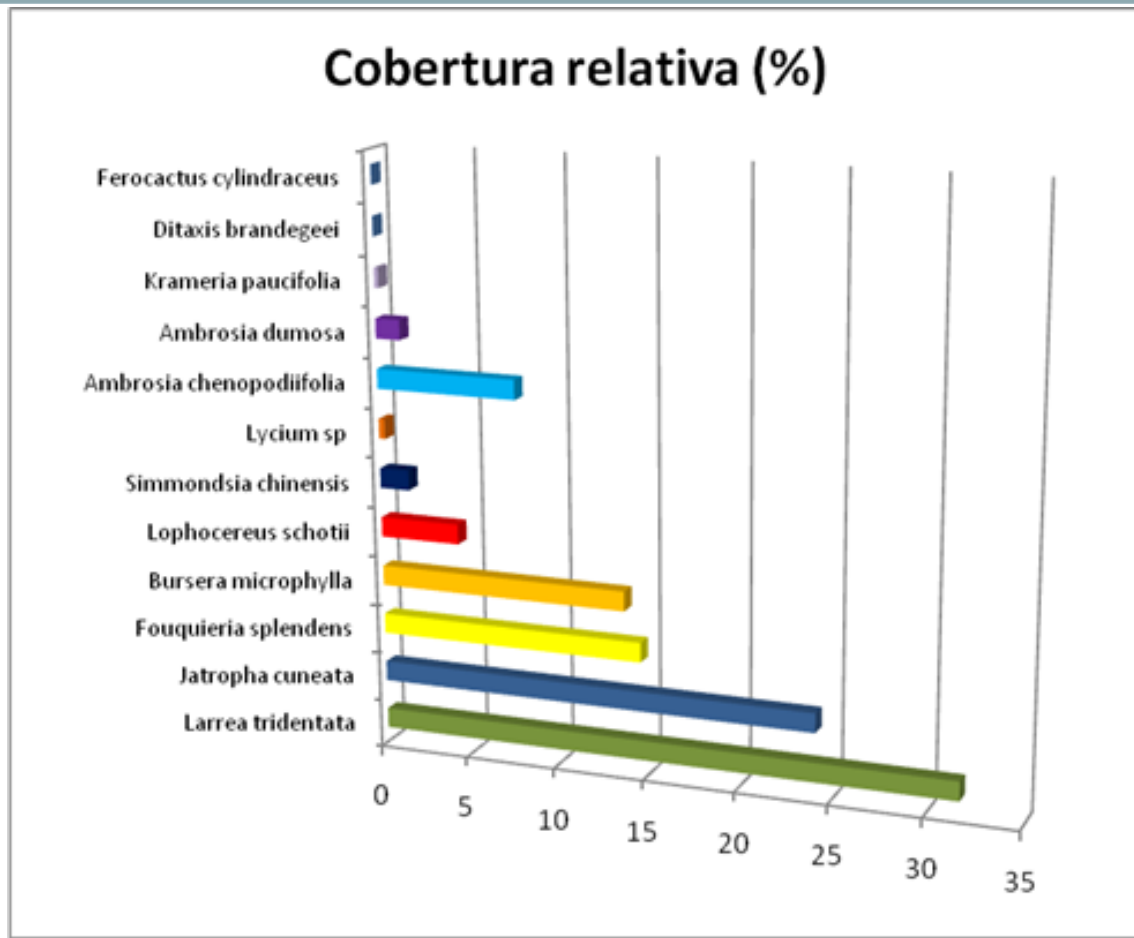


Figura IV. 45. Cobertura relativa de especies en el tipo de vegetación matorral desértico micrófilo.

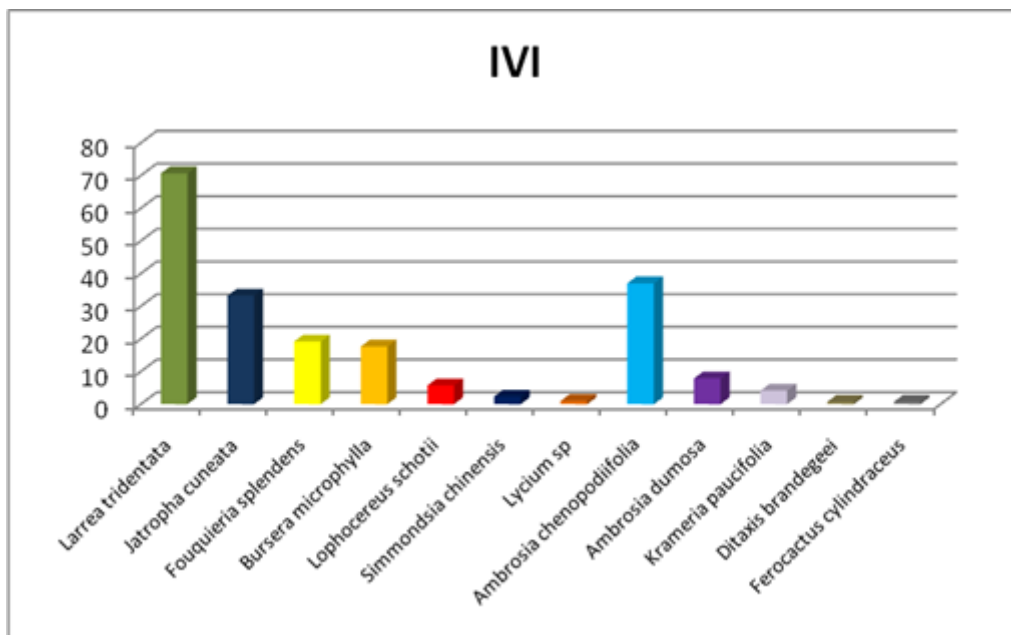


Figura IV. 46. Índice de Valor de Importancia (IVI) de especies en el tipo de vegetación matorral desértico micrófilo.



Ahora bien, para las especies encontradas en el matorral sarcocaula estos son los valores ecológicos encontrados para los dos tipos de asociaciones encontradas:

**Tabla IV. 22.** Asociación *Jatropha cuneata-Encelia farinosa*.

Especie	Número de individuos	Abundancia Relativa (%)	Altura promedio (m)	Cobertura Promedio (m <sup>2</sup> )	Cobertura acumulada (m <sup>2</sup> )	Cobertura relativa (%)	IVI	IVI2
<i>Jatropha cuneata</i>	46	15.59	1.08	1.73	79.41	14.26	29.86	85.97
<i>Bursera microphylla</i>	21	7.12	1.96	5.13	107.76	19.35	26.47	210.89
<i>Cercidium microphyllum</i>	8	2.71	3.11	12.16	97.27	17.47	20.18	302.76
<i>Croton sonorensis</i>	39	13.22	1.05	0.79	30.98	5.56	18.78	32.41
<i>Olneya tesota</i>	2	0.68	4.80	38.45	76.91	13.81	14.49	369.15
<i>Larrea tridentata</i>	9	3.05	1.72	4.42	39.79	7.15	10.20	68.52
<i>Fouquieria splendens</i>	3	1.02	1.60	4.19	12.57	2.26	3.27	20.11
<i>Lycium andersonii</i>	2	0.68	1.50	1.64	3.28	0.59	1.27	4.92
<i>Stenocereus thurberii</i>	2	0.68	2.40	0.24	0.49	0.09	0.77	1.17
<i>Pachycereus pringlei</i>	1	0.34	1.60	0.07	0.07	0.01	0.35	0.11
<i>Encelia farinosa</i>	46	15.59	0.95	1.11	51.27	9.21	24.80	48.60
<i>Euphorbia misera</i>	54	18.31	0.71	0.47	25.54	4.59	22.89	18.07
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	31	10.51	0.75	0.62	19.16	3.44	13.95	14.27
<i>Brickellia sp</i>	15	5.08	0.78	0.42	6.30	1.13	6.22	4.91
<i>Hibiscus denudatus</i>	10	3.39	0.45	0.28	2.78	0.50	3.89	1.25
<i>Solanum hindsianum</i>	4	1.36	0.75	0.46	1.82	0.33	1.68	1.37
<i>Simmondsia chinensis</i>	2	0.68	0.80	0.71	1.41	0.25	0.93	1.13
<b>Totales</b>	295	100			556.77	100	200	
<b>Total especies:17</b>	<b>Total individuos: 295</b>			<b>Porcentaje de cobertura: 55.67</b>				

Índice de Valor de Importancia (IVI)

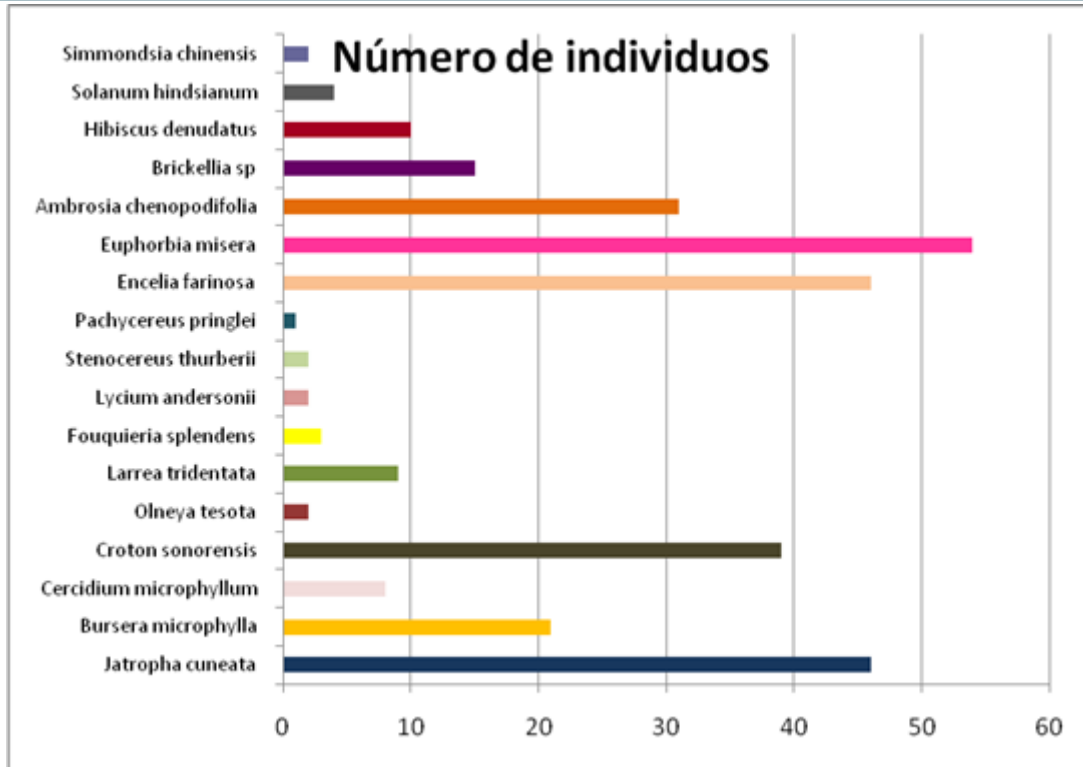


Figura IV. 47. Riqueza y abundancia de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaule con Asociación *Jatropha cuneata*-*Encelia farinosa*.

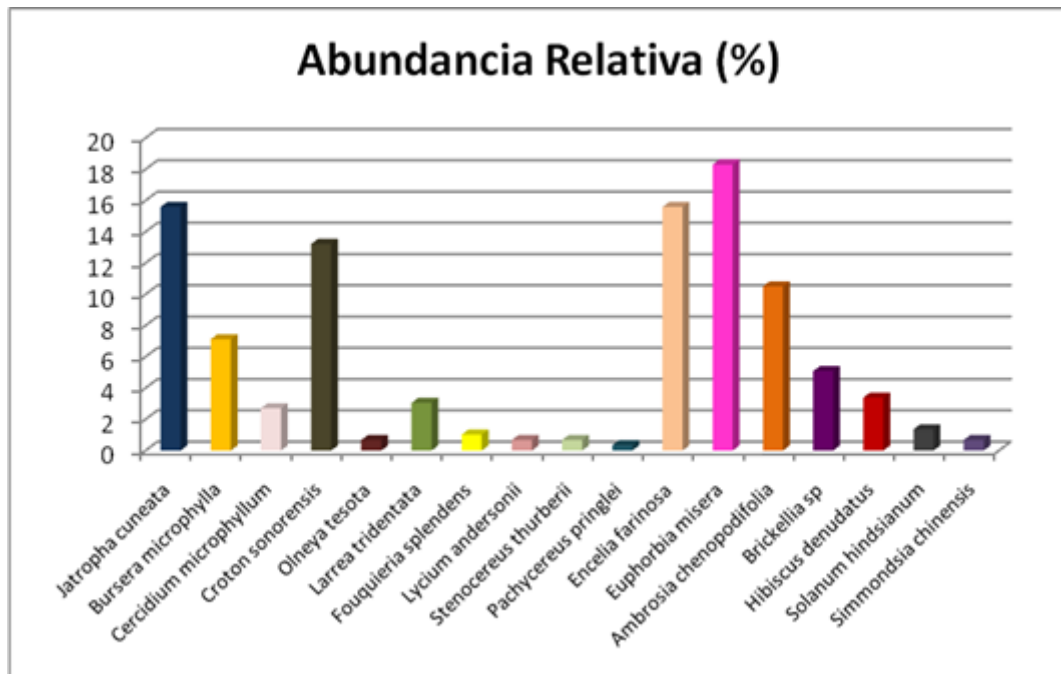


Figura IV. 48. Abundancia relativa de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaule con asociación *Jatropha cuneata*-*Encelia farinosa*.

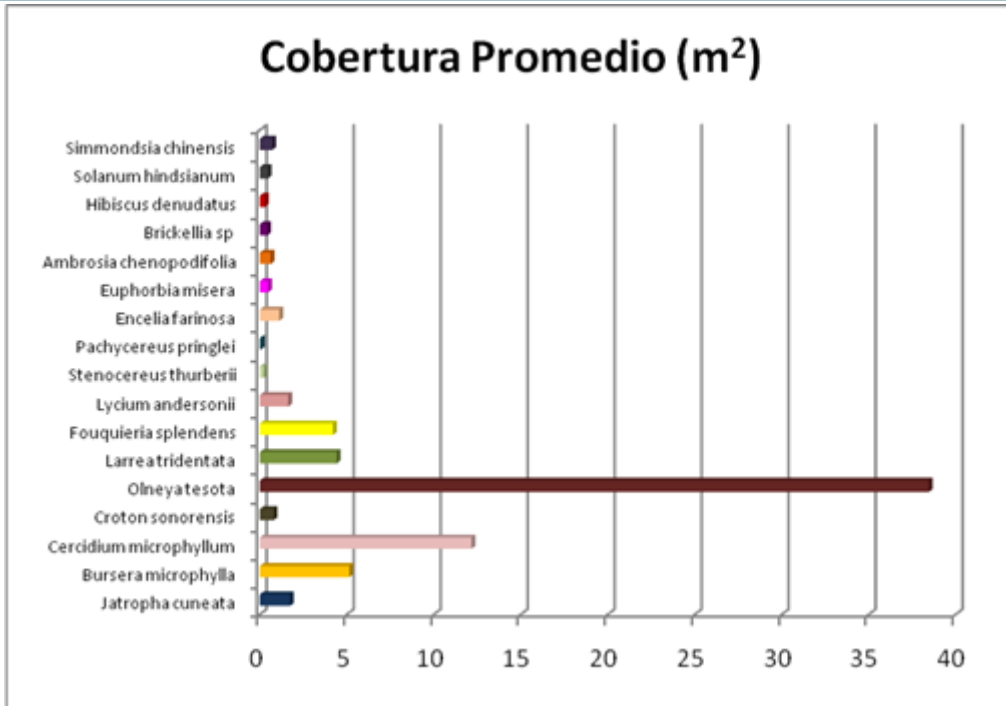


Figura IV. 49. Cobertura promedio de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaule con asociación *Jatropha cuneata*-*Encelia farinosa*.

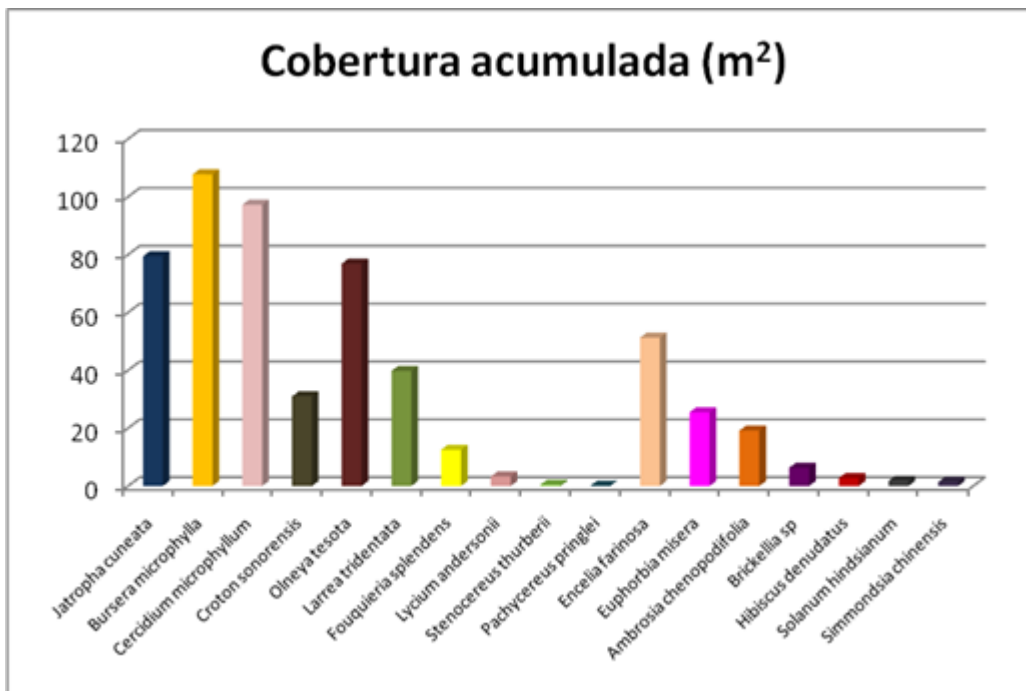


Figura IV. 50. Cobertura acumulada de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaule con asociación *Jatropha cuneata*-*Encelia farinosa*.

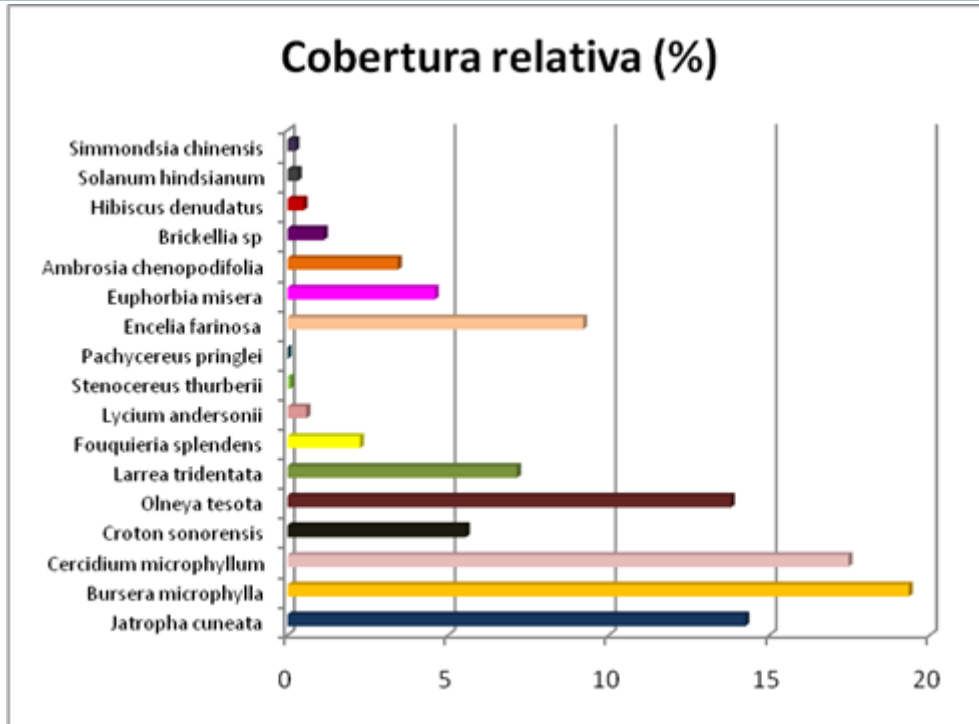


Figura IV. 51. Cobertura relativa de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaule con asociación *Jatropha cuneata*-*Encelia farinosa*.

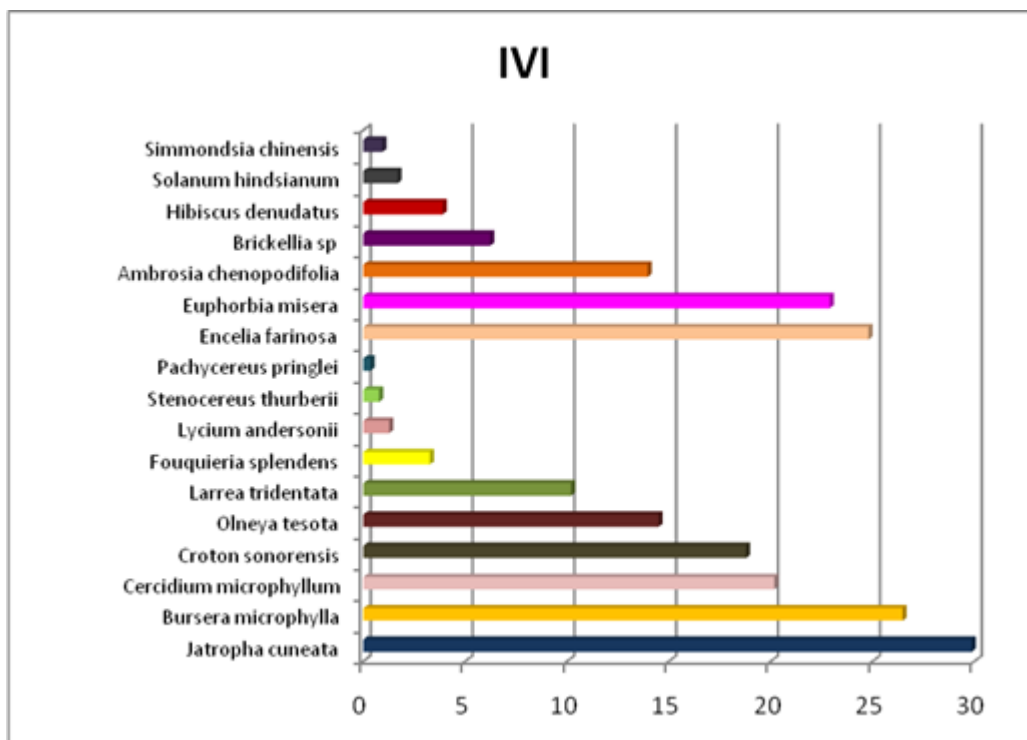


Figura IV. 52. Índice de Valor de Importancia (IVI) de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaule con asociación *Jatropha cuneata*-*Encelia farinosa*.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

**Tabla IV. 23.** Matorral sarcocaula con la presencia conspicua de cactáceas.

Especie	Número de individuos	Abundancia Relativa (%)	Altura promedio (m)	Cobertura Promedio (m <sup>2</sup> )	Cobertura acumulada (m <sup>2</sup> )	Cobertura relativa (%)	IVI	IVI2
<i>Jatropha cuneata</i>	21	6.38	1.22	3.60	75.64	15.97	22.36	92.21
<i>Larrea tridentata</i>	26	7.90	1.14	2.04	52.93	11.18	19.08	60.46
<i>Pachycereus pringlei</i>	8	2.43	4.25	5.15	41.19	8.70	11.13	175.06
<i>Cercidium microphyllum</i>	1	0.30	4.70	46.84	46.84	9.89	10.20	220.15
<i>Fouquieria splendens</i>	5	1.52	2.44	5.82	29.11	6.15	7.67	71.02
<i>Hyptis sp</i>	8	2.43	1.31	2.14	17.15	3.62	6.05	22.50
<i>Cylindropuntia fulgida</i>	3	0.91	2.00	4.06	12.18	2.57	3.48	24.36
<i>Lophocereus schotii</i>	3	0.91	1.77	2.61	7.84	1.66	2.57	13.85
<i>Bebbia juncea</i>	3	0.91	1.07	2.51	7.54	1.59	2.50	8.04
<i>Carnegia gigantea</i>	1	0.30	4.50	2.59	2.59	0.55	0.85	11.66
<i>Bursera microphylla</i>	1	0.30	2.60	1.41	1.41	0.30	0.60	3.68
<i>Malacothamnus sp</i>	1	0.30	1.40	0.77	0.77	0.16	0.47	1.08
<i>Stenocereus thurberii</i>	1	0.30	1.60	0.38	0.38	0.08	0.38	0.60
<i>Encelia farinosa</i>	104	31.61	0.85	1.01	104.65	22.10	53.71	88.45
<i>Ambrosia dumosa</i>	76	23.10	0.44	0.45	34.41	7.27	30.37	15.05
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	54	16.41	0.59	0.68	36.87	7.79	24.20	21.92
<i>Brickellia megaphylla</i>	3	0.91	0.40	0.05	0.14	0.03	0.94	0.06
<i>Datura discolor</i>	3	0.91	0.12	0.01	0.04	0.01	0.92	0.00
<i>Lycium sp</i>	2	0.61	0.90	0.49	0.98	0.21	0.82	0.88
<i>Dysodia porophylloides</i>	2	0.61	0.55	0.40	0.80	0.17	0.78	0.44
<i>Mammillaria sp</i>	2	0.61	0.08	0.00	0.00	0.00	0.61	0.00
<i>Justicia californica</i>	1	0.30	0.40	0.06	0.06	0.01	0.32	0.03
<b>Totales</b>	<b>329</b>	<b>100</b>			<b>473.53</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	
<b>Total especies:22</b>		<b>Total individuos: 329</b>		<b>Porcentaje de cobertura: 47.35</b>				

Índice de Valor de Importancia (IVI)



Figura IV. 53. Riqueza y abundancia de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaulé con la presencia conspicua de cactáceas.

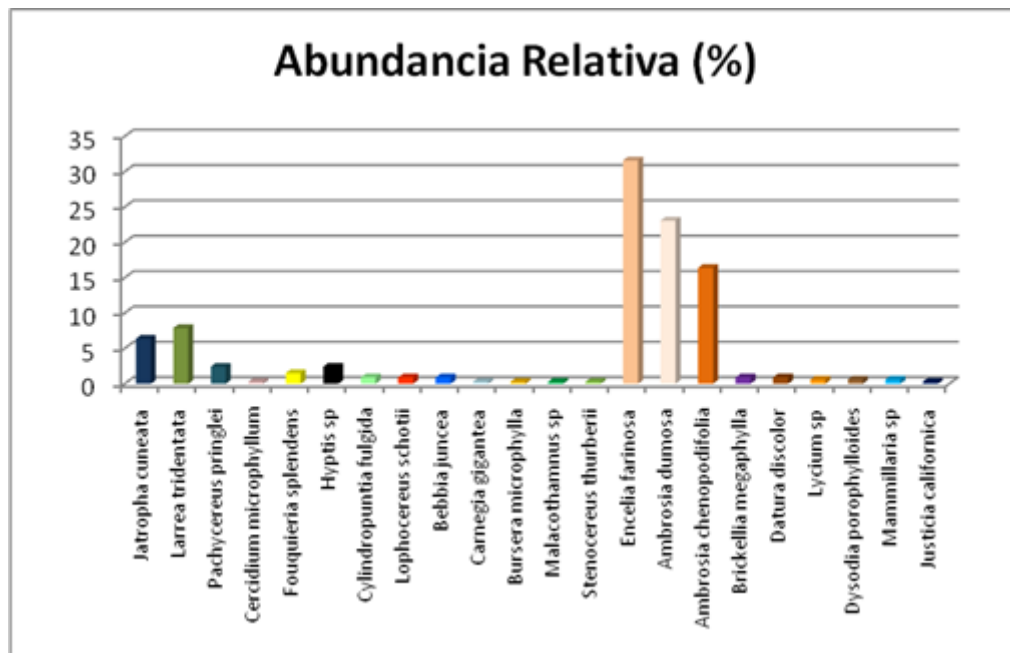


Figura IV. 54. Abundancia relativa de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaulé con la presencia conspicua de cactáceas.

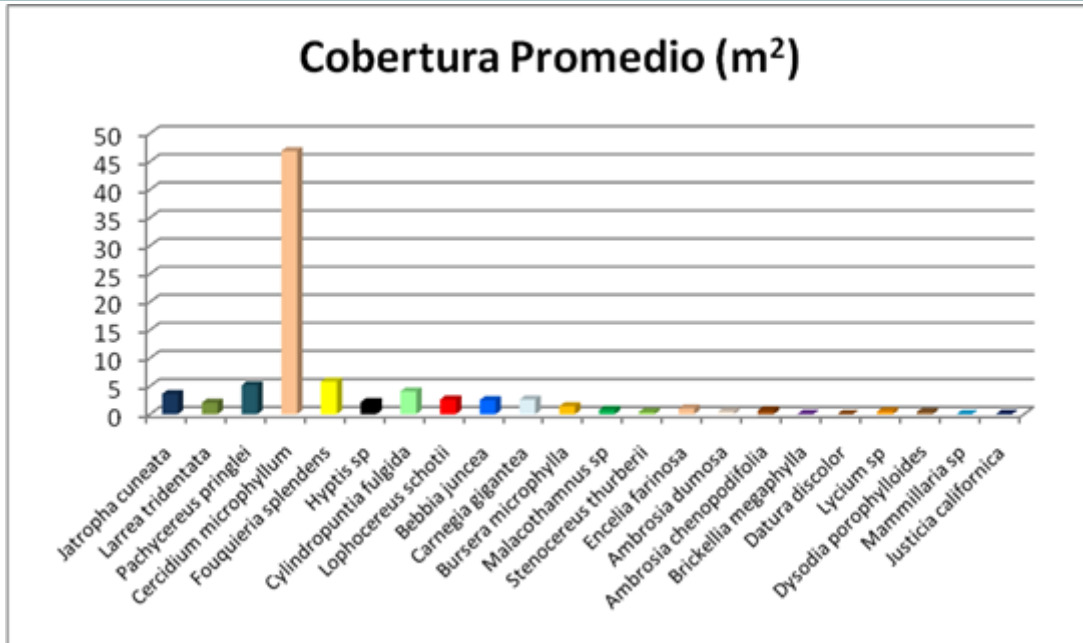


Figura IV. 55. Cobertura promedio de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaule con la presencia conspicua de cactáceas.

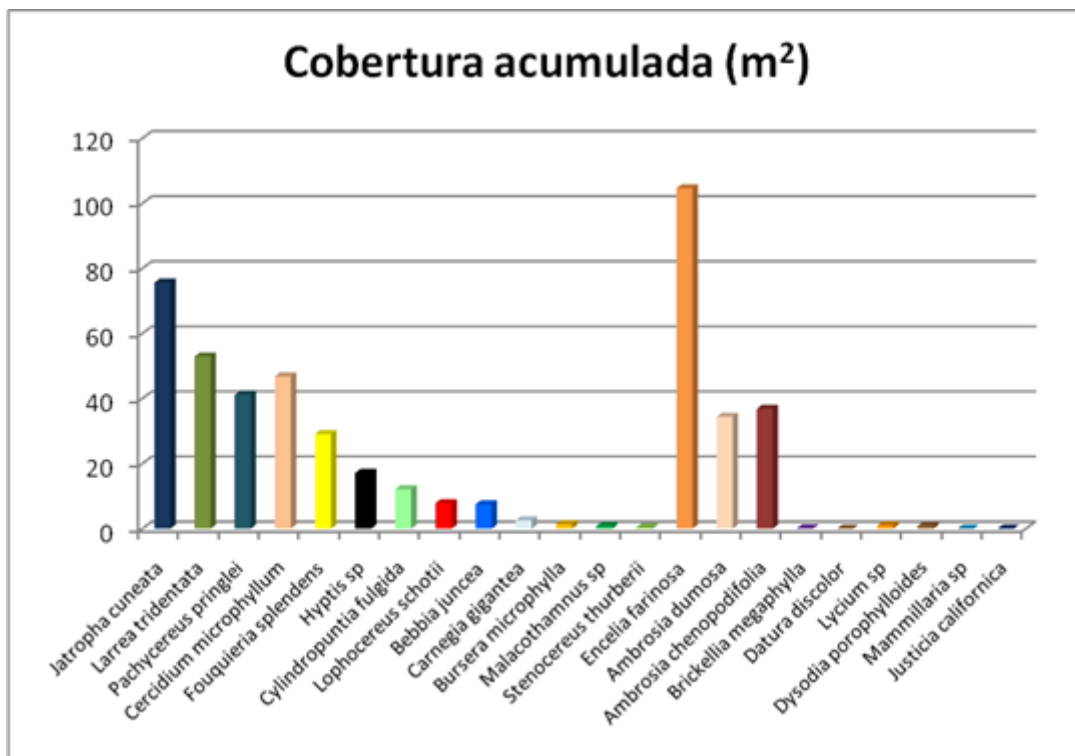


Figura IV. 56. Cobertura acumulada de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaule con la presencia conspicua de cactáceas.

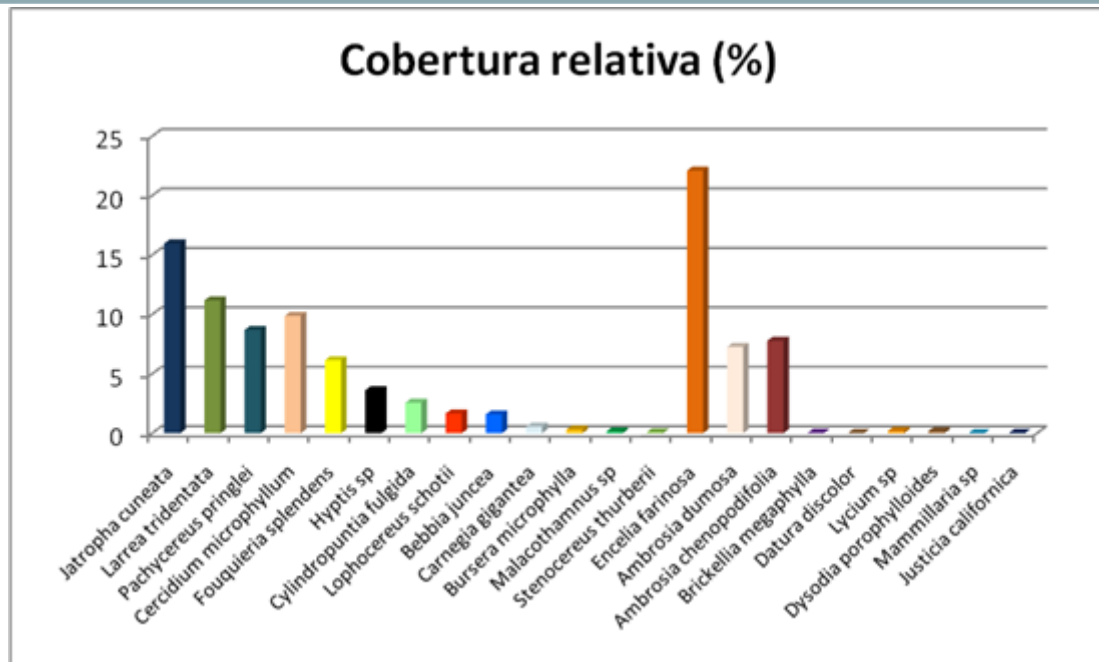


Figura IV. 57. Cobertura relativa de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaule con la presencia conspicua de cactáceas.

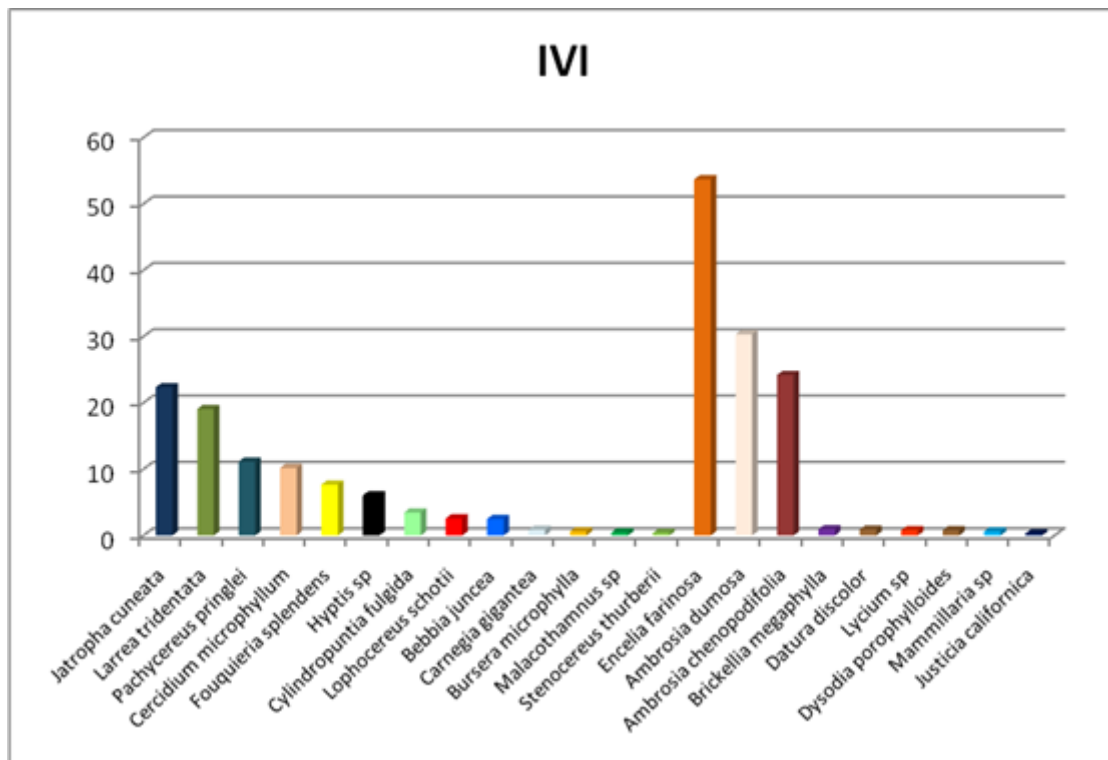


Figura IV. 58. Índice de Valor de Importancia (IVI) de especies en el tipo de vegetación matorral sarcocaule con la presencia conspicua de cactáceas.



Finalmente estos son los índices para las especies encontradas en la vegetación halófila con asociación *Atriplex canescens*-*Frankenia palmeri*:

**Tabla IV. 24.** Vegetación halófila, asociación *Atriplex canescens*-*Frankenia palmeri*.

Especie	Número de individuos	Abundancia Relativa (%)	Altura promedio (m)	Cobertura Promedio (m <sup>2</sup> )	Cobertura acumulada (m <sup>2</sup> )	Cobertura relativa (%)	IVI	IVI2
<i>Atriplex canescens</i>	32	24.06	0.91	2.11	67.65	42.66	66.72	61.73
<i>Frankenia palmeri</i>	54	40.60	0.40	0.40	21.74	13.71	54.31	8.76
<i>Lycium andersonii</i>	18	13.53	0.82	2.71	48.80	30.78	44.31	39.86
<i>Suaeda torreyana</i>	6	4.51	0.82	1.60	9.57	6.04	10.55	7.82
<i>Euphorbia misera</i>	5	3.76	1.06	1.32	6.61	4.17	7.92	7.00
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	7	5.26	0.49	0.38	2.65	1.67	6.93	1.29
<i>Ferocactus cylindraceus</i>	6	4.51	0.53	0.08	0.48	0.30	4.81	0.25
<i>Jatropha cuneata</i>	2	1.50	0.45	0.45	0.90	0.56	2.07	0.40
<i>Peniocereus striatus</i>	1	0.75	0.40	0.14	0.14	0.09	0.84	0.06
<i>Jatropha cinérea</i>	1	0.75	0.40	0.03	0.03	0.02	0.77	0.01
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	1	0.75	0.10	0.02	0.02	0.01	0.76	0.00

Índice de Valor de Importancia (IVI)

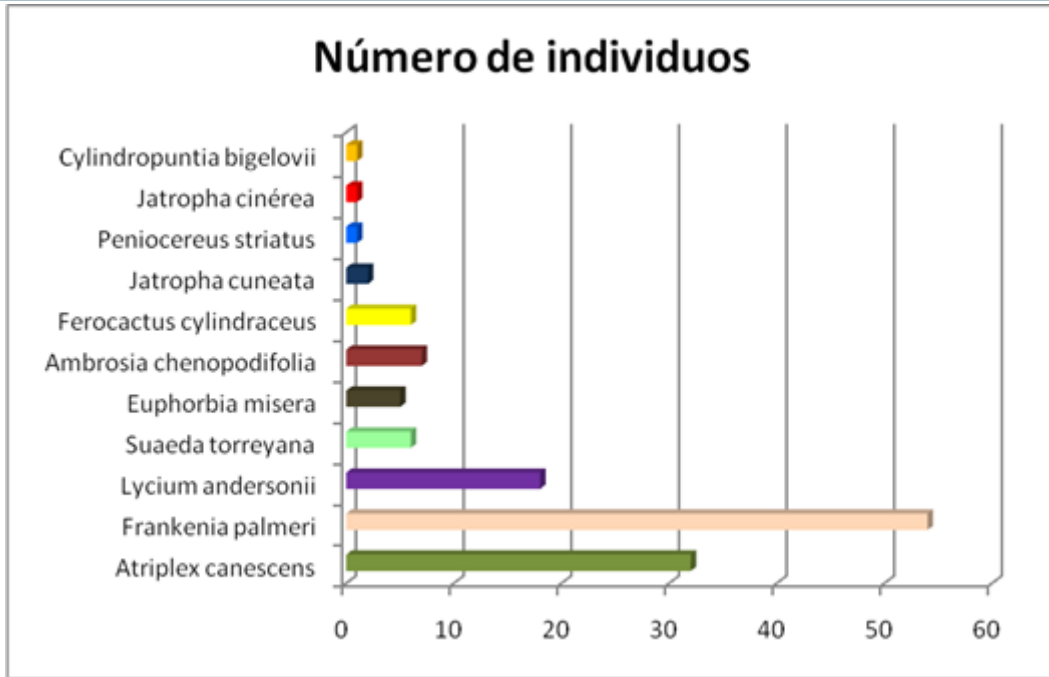


Figura IV. 59. Riqueza y abundancia de especies en el tipo de vegetación halófila, asociación *Atriplex canescens*-*Frankenia palmeri*.

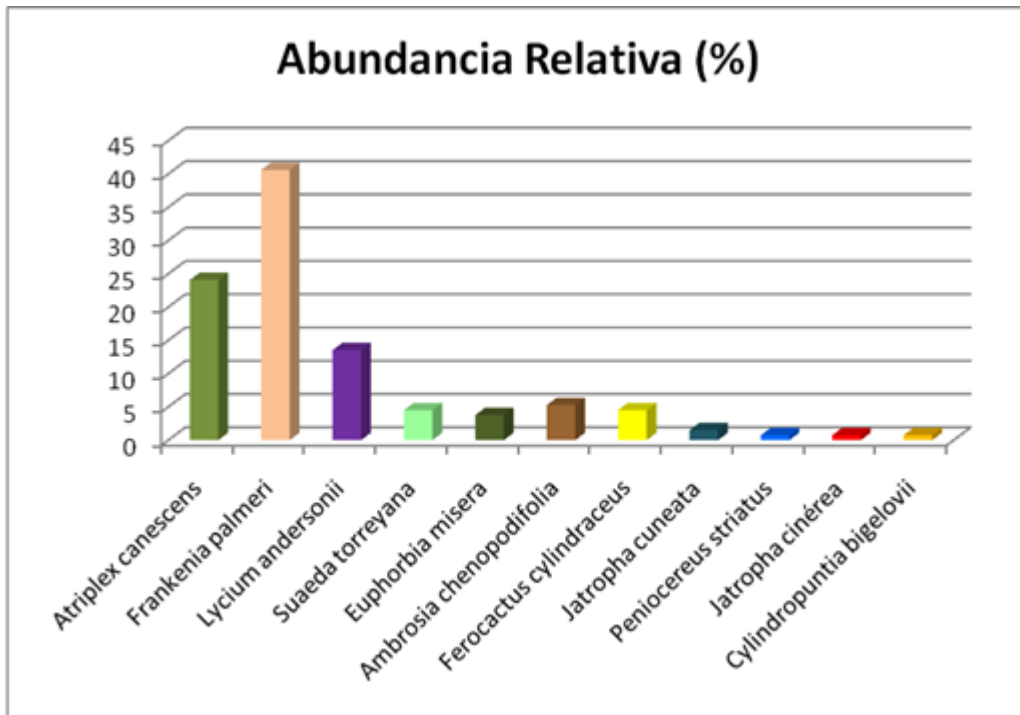


Figura IV. 60. Abundancia relativa de especies en el tipo de vegetación halófila, asociación *Atriplex canescens*-*Frankenia*

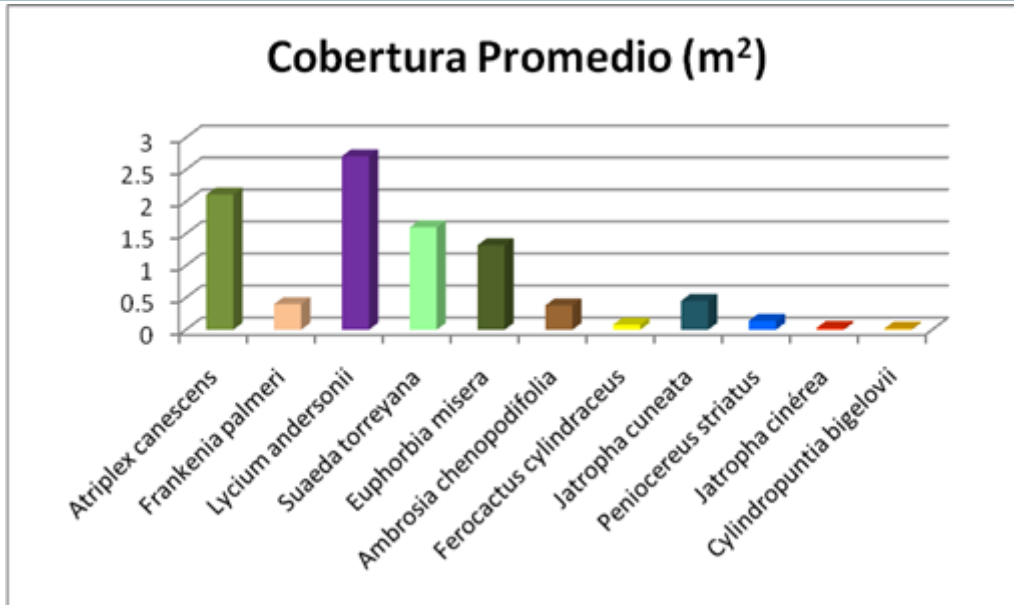


Figura IV. 61. Cobertura promedio de especies en el tipo de vegetación halófila, asociación *Atriplex canescens-Frankenia palmeri*.

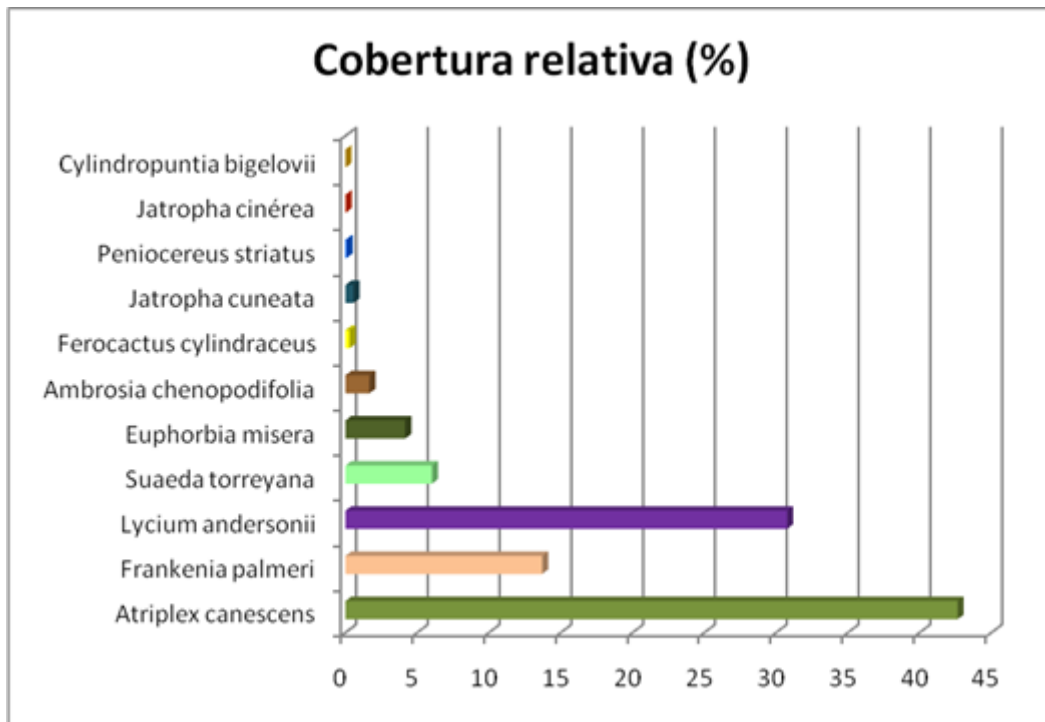
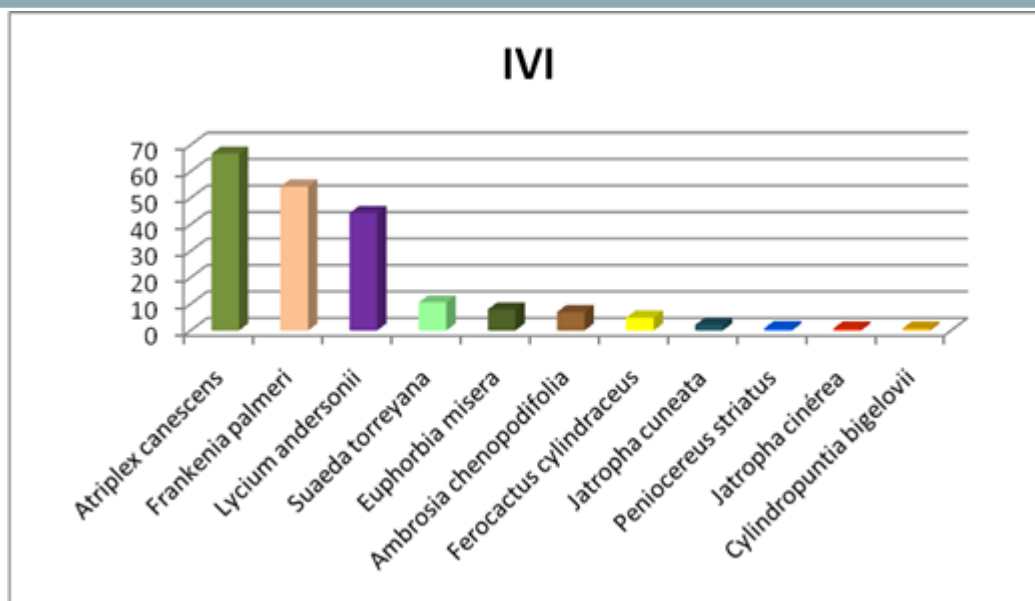


Figura IV. 62. Cobertura relativa de especies en el tipo de vegetación halófila, asociación *Atriplex canescens-Frankenia palmeri*.



**Figura IV. 63.** Índice de Valor de Importancia (IVI) de especies en el tipo de vegetación halófila, asociación *Atriplex canescens*-*Frankenia palmeri*.

### Índice de diversidad y riqueza de especies

Con los datos de campo de cada localidad de muestreo se determinó el índice de diversidad de Shannon (log Base 10), y el coeficiente de equitabilidad. El índice de diversidad considera el número de especies y la abundancia de cada una de estas.

Los resultados del análisis de diversidad muestran que los tipos de vegetación con los valores más altos son ambas variaciones del matorral sarcocaulé y una localidad del matorral micrófilo que se caracterizó en campo por la presencia notoria de cauces de escorrentía superficial (arroyos); los valores menores se estimaron en las dos localidades del matorral micrófilo que ocupan la vertiente Oeste. Un orden similar de las localidades de muestreo se puede identificar considerando el número de especies registradas en dichos muestreos. Por su parte, al considerar los valores del coeficiente de equitabilidad los valores más altos se registraron en la vegetación de matorral sarcocaulé de lomerío, el matorral micrófilo de las planicies con arroyos y el salitral (véase la siguiente Tabla).

**Tabla IV. 25.** Riqueza e Índices de diversidad de la flora de los sitios muestreados.

Localidad	Geoforma	Tipo vegetación	Índice de Shannon	Equitabilidad	Número de especies
Cerro rocoso en las inmediaciones del Rancho El Caracol	Lomerío	Matorral sarcocaul	1.004	0.816	17
Carretera Hermosillo-Puerto Libertad. Cuenca el Dátil	Planicie*	Matorral micrófilo	0.907	0.723	18
Salitral en las cercanías de Puerto Libertad	Duna interfase	Halófila	0.743	0.713	11
Ca. Cerro Libertad, carretera a Caborca aprox. km 21	Planicie	Matorral micrófilo	0.74	0.685	12
Terracería a Caborca aprox. Km 18	Planicie	Matorral sarcocrasicaule	0.883	0.658	22
Carretera a Caborca aprox. km 11	Planicie	Matorral micrófilo	0.675	0.606	13

### Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Del total de especies registradas en el SAR únicamente 2 se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo el estatus de Protección Especial (Pr) mismas que se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla IV. 26.** Especies del SAR presentes en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Endémica
Cactaceae	<i>Ferocactus cylindraceus</i>	Biznaga	Pr	No endémica
Fabaceae	<i>Olneya tesota</i>	Palo Fierro	Pr	No endémica

#### IV.3.1.2.2. Fauna

##### Composición en el SAR

El matorrales desértico micrófilo, sarcocaul, mezquital y halófilo, proveen un hábitat importante para un gran número de especies raras, amenazadas o en peligro de extinción.

En el SAR se encuentran presentes cuatro tipos de vegetación, destacando los matorrales desérticos que conforman un hábitat valioso para una rica diversidad de fauna silvestre. Aparte de la especies de aves, varios reptiles, mamíferos, peces de agua dulce y anfibios (Véase la siguiente tabla).

**Tabla IV. 27.** Especies de fauna representativas en el SAR.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059- SEMARNAT-2010
<b>Mamíferos</b>		
<i>Ovis canadensis</i>	Borrego cimarrón	Pr no endémica
<i>Canis latrans</i>	Coyote	
<i>Lynx rufus</i>	Gato montés	
<i>Lepus californicus</i>	Liebre cola negra	Pr endémica
<i>Procyon lotor</i>	Mapache	
<i>Pecari tajacu</i>	Pecarí de collar	
<i>Puma concolor</i>	Puma	
<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote, tejón	A no endémica
<i>Odocoileus hemionus</i>	Venado bura	P endémica
<b>Aves</b>		
<i>Bubo virginianus</i>	Búho cornudo	A endémica
<i>Falco mexicanus</i>	Halcón mexicano	A no endémica
<i>Accipiter cooperi</i>	Gavilán palomero	Pr no endémica
<i>Caracara cheriway</i>	Caracara, quebrantahuesos	
<i>Aquila chrysaetos</i>	Águila real	A no endémica
<i>Melanerpes uropygialis</i>	Pájaro carpintero	
<b>Reptiles y Anfibios</b>		
<i>Crotalus cerastes</i>	Víbora o serpiente de cascabel	Pr no endémica
<i>Crotalus tigris</i>	Cascabel tigre	Pr no endémica
<i>Urosaurus ornatus lateralis</i>		
<i>Crotalus atrox</i>	Víbora o serpiente de cascabel	Pr no endémica
<i>Crotalus molossus</i>	Víbora o serpiente de cascabel	Pr no endémica
<i>Crotalus scu tulatus</i>	Víbora o serpiente de cascabel	Pr no endémica

## Tipos de fauna y su distribución dentro SAR

### Primera campaña de muestreos

- **Reptiles**

El año pasado se realizó una primera campaña de muestreos. Se determinó el número de especies de reptiles, en ocho transectos de 200 m de largo x 10 m de ancho. Cinco transectos fueron realizados entre las 9:00 y las 11:00 h, y tres transectos entre las 17:00 y las 19:00 h.

En cada transecto se realizaron búsquedas visuales activas por una persona inspeccionando cuidadosamente el suelo, la vegetación, las rocas y todo aquel elemento que pudiera ser utilizado como refugio por los animales. También se revisó debajo de troncos o rocas para tratar de detectar aquellas especies que por sus hábitos, no estuvieran activas durante el día. Posteriormente, se realizó el registro fotográfico de las especies de reptiles encontradas.

Para el SAR, en ocho transectos recorridos, se registraron 77 individuos de 7 especies de reptiles, pertenecientes a 7 géneros y 4 familias. Las lagartijas fueron el grupo más

diverso con seis especies mientras que únicamente se encontró una serpiente. La familia con mayor riqueza fue Phrynosomatidae con cuatro géneros, mientras que las familias Iguanidae, Teiidae y Viperidae estuvieron representadas por un solo género cada una. (Véase la siguiente tabla).

**Tabla IV. 28.** Especies de reptiles registradas en el SAR.

Núm.	Especie	Número de individuos
1	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	1
2	<i>Callisaurus draconoides</i>	11
3	<i>Phrynosoma solare</i>	1
4	<i>Sceloporus magister</i>	2
5	<i>Uta stansburiana</i>	47
6	<i>Aspidoscelis tigris</i>	15
7	<i>Crotalus cerastes</i>	3

A continuación se presentan fotografías de los reptiles observados en el SAR:



**Figura IV. 64.** *Dipsosaurus dorsalis* registrada en el SAR.



**Figura IV. 65.** *Callisaurus draconoides* registrada en el SAR.



**Figura IV. 66.** *Phrynosoma solare* registrada en el SAR.





**Figura IV. 67.** *Sceloporus magister* registrada en el SAR.



**Figura IV. 68.** *Uta stansburiana* registrada en el SAR.



**Figura IV. 69.** *Aspidoscelis tigris* registrada en el SAR.



**Figura IV. 70.** *Crotalus cerastes* registrada en el SAR.

- **Aves**

El registro de especies fue a través de observaciones directas a lo largo de trayectos de 1 km de longitud (alrededor de una hora). Los trayectos se realizaron al amanecer y antes del ocaso. Se utilizaron binoculares (10x42) y guías de campo para la observación e identificación de las aves. Los sitios de muestreo, corresponden también a los utilizados para la caracterización de la vegetación.

En el SAR se registraron 42 especies pertenecientes a 28 familias, siendo la familia Emberizidae la mejor representada, con cinco especies. (Véase la siguiente tabla). El matorral sarcocaula asociado a la geoforma lomerío, resulta ser más importante para el avistamiento con base en las observaciones en campo.

**Tabla IV. 29.** Especies de aves registradas en el SAR.

Núm.	Especie	Número de individuos
1	<i>Amphispiza bilineata</i>	41
2	<i>Auriparus flaviceps</i>	21
3	<i>Buteo Jamaicensis</i>	3
4	<i>Buteo swainsoni</i>	1
5	<i>Calypte costae</i>	4
6	<i>Callipepla gambelii</i>	10
7	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	5
8	<i>Carpodacus mexicanus</i>	45
9	<i>Chondestes grammacus</i>	8
10	<i>Calamospiza melanocorys</i>	3
11	<i>Colaptes auratus</i>	3
12	<i>Coragyps atratus</i>	13
13	<i>Corvus corax</i>	8
14	<i>Dendroica coronata</i>	4
15	<i>Falco sparverius</i>	1
16	<i>Gavia immer</i>	1
17	<i>Geococcyx californianus</i>	1
18	<i>Lanius ludovicianus</i>	7
19	<i>Larus atricilla</i>	2
20	<i>Larus hermanni</i>	7
21	<i>Melanerpes uropygialis</i>	7
22	<i>Mimus polyglottos</i>	2
23	<i>Myiarchus cinerascens</i>	21
24	<i>Pandion haliaetus</i>	2
25	<i>Pelecanus occidentalis</i>	5
26	<i>Phainopepla nitens</i>	1
27	<i>Phalacrocorax auritus</i>	5
28	<i>Phalaenoptilus nuttallii</i>	4
29	<i>Picoides scalaris</i>	3
30	<i>Pipilo chlorurus</i>	1
31	<i>Podilymbus podiceps</i>	7
32	<i>Poliptila caerulea</i>	10
33	<i>Spizella breweri</i>	50
34	<i>Sterna sp</i>	6
35	<i>Sula leucogaster</i>	2
36	<i>Tachycineta thalassina</i>	3
37	<i>Toxostoma sp</i>	1

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Núm.	Especie	Número de individuos
38	<i>Troglodytes aedon</i>	1
39	<i>Vermivora celata</i>	7
40	<i>Vireo bellii</i>	3
41	<i>Zenaida asiatica</i>	2
42	<i>Zenaida macroura</i>	8

- **Mamíferos**

En el SAR se registraron 17 especies pertenecientes a 14 géneros, 10 Familias y 4 órdenes. Las familias mejor representadas fueron la Heteromyidae y Leporidae con 3 especies cada una, mientras que otras 5 familias, presentaron tan solo una especie. (Véase la siguiente tabla).

**Tabla IV. 30.** Especies de mamíferos registradas en el área total del SAR.

Núm.	Especie	Número de individuos
1	<i>Canis latrans</i>	5
2	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3
3	<i>Lynx rufus</i>	3
4	<i>Taxidea taxus</i>	1
5	<i>Ovis canadensis</i>	3
6	<i>Odocoileus hemionus</i>	5
7	<i>Odocoileus virginianus</i>	5
8	<i>Tayassu tajacu</i>	3
9	<i>Ammospermophilus harrissii</i>	5
10	<i>Spermophilus tereticaudus</i>	1
11	<i>Dipodomys merreami</i>	26
12	<i>Chaetodipus baileyi</i>	13
13	<i>Chaetodipus intermedius</i>	19
14	<i>Neotoma albigula</i>	5
15	<i>Lepus alleni</i>	1
16	<i>Lepus californicus</i>	20
17	<i>Sylvilagus audubonii</i>	2

A continuación se presentan fotografías de los mamíferos registrados en el SAR.



**Figura IV. 71.** *Dipodomys merriami* registrada en el SAR.



**Figura IV. 72.** *Ammospermophilus harrisi* registrada en el SAR.



**Figura IV. 73.** *Tayassu tajacu* registrada en el SAR.



**Figura IV. 74.** *Chaetodipus intermedius* registrada en el SAR.

## Especies listadas fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010

En el área total del SAR las especies de fauna: 3 reptiles, 2 aves y 2 mamíferos, se encontraron en alguna categoría de protección:

**Tabla IV. 31.** Especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Reptiles</b>	
<i>Callisaurus draconoides</i>	Amenazada
<i>Uta stansburiana</i>	Amenazada
<i>Crotalus cerastes</i>	Protección especial
<b>Aves</b>	
<i>Buteo swainsoni</i>	Protección especial
<i>Larus hermanni s</i>	Protección especial
<b>Mamíferos</b>	
<i>Taxidea taxus</i>	Amenazada
<i>Ovis canadensis</i>	Protección especial

### Determinación de los parámetros ecológicos

Se registró un mayor número de especies de fauna dentro de los sitios de matorral sarcocaula. No obstante lo anterior, el matorral micrófilo fue el tipo de vegetación menos diverso.

Asimismo, se pudo observar que la zona de arroyos presentes dentro del SAR no representa una región de alta diversidad para anfibios y reptiles. Esto se debe, principalmente, a que alrededor del 80% de las especies registradas tanto en la literatura como en el trabajo de campo son especies con afinidades a zonas áridas, que no dependen de ecosistemas de arroyo para sobrevivir.

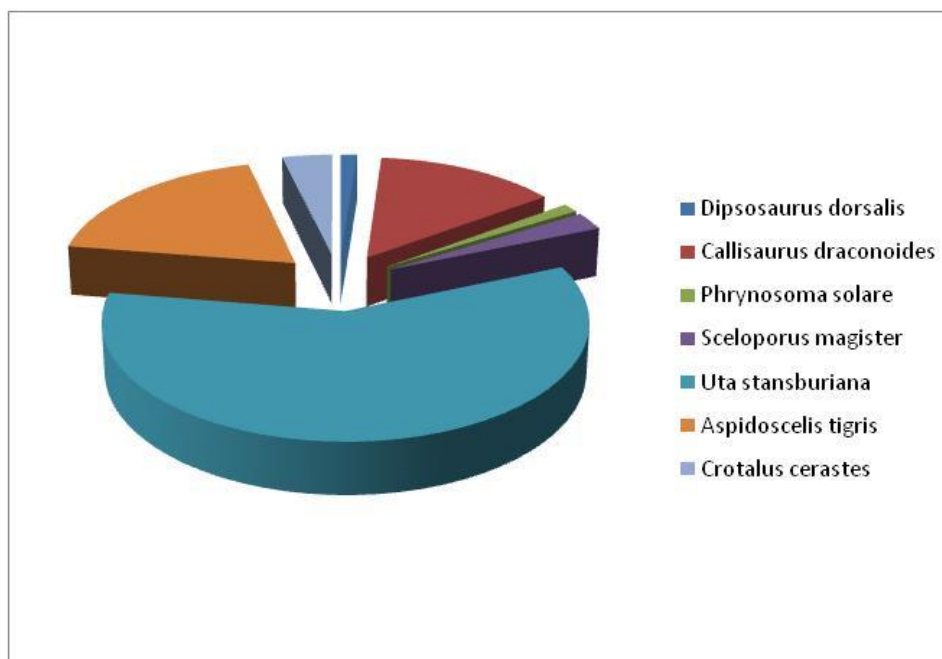
Sin embargo para otros grupos como las aves y los mamíferos los arroyos en zonas áridas son importantes puesto que es ahí en donde hay mayor concentración de recursos (agua, alimento).

- **Reptiles**

Los resultados presentados son el producto del trabajo de campo de cinco días durante el mes de noviembre. La diversidad y la abundancia de este grupo de animales en el área de estudio son mayores a la registrada en este trabajo. Se tienen reportadas 39 especies de reptiles, pertenecientes a 33 géneros y 14 familias (Taylor, 1936, Zweifel, 1955, Stebbins, 2003)

**Tabla IV. 32.** Abundancia de los reptiles registrados en el SAR.

NUM	Especie	Número de individuos	%
1	<i>Dipsosaurus dorsalis</i>	1	1.29
2	<i>Callisaurus draconoides</i>	11	14.28
3	<i>Phrynosoma solare</i>	1	1.29
4	<i>Sceloporus magister</i>	2	2.59
5	<i>Uta stansburiana</i>	47	61
6	<i>Aspidoscelis tigris</i>	15	19.48
7	<i>Crotalus cerastes</i>	3	3.89
<b>Total</b>		<b>77</b>	<b>100</b>



**Figura IV. 75.** Riqueza y abundancia de especies de reptiles en el SAR.



La especie más abundante fue la lagartija *Uta stansburiana* con 47 registros totales, seguida por las lagartijas *Aspidoscelis tigris* y *Callisaurus draconoides* con 15 y 11 registros, respectivamente. Las especies menos conspicuas fueron las lagartijas *Sceloporus magister*, *Dipsosaurus dorsalis* con 2 y 1 registro, respectivamente.

Dos especies fueron registradas dentro del área del SAR: la lagartija *Phrynosoma solare* y la víbora de cascabel *Crotalus cerastes*. La lagartija *P. solare* fue registrada una sola vez al estar revisando trampas para roedores en el transecto ubicado al este del SAR (30.06598° N -112.64211° W), mientras que se registró un ejemplar de la víbora de cascabel *C. cerastes* cruzando la terracería durante un recorrido nocturno en automóvil (inicio: 29° 54' 57,42" N y 112° 40' 04,46" O; fin: 29° 58' 21,34" N y 112° 30' 10,84" O).

La especie más abundante en 7 de 8 transectos efectuados fue la lagartija *U. stansburiana*, representando entre el 31 y el 100% (= 68%) de los individuos observados por transecto. Esta lagartija fue observada el 93% de las veces sobre el suelo y solo el 7% sobre rocas. En el único transecto en el cual *U. stansburiana* no fue la especie más abundante, otra lagartija *C. draconoides* fue la más conspicua (46%) del total de observaciones. Esta especie fue observada el 100% de las veces sobre el suelo. La lagartija *A. tigris* fue en promedio la especie más abundante luego de *U. stansburiana*. *Aspidoscelis tigris* estuvo presente en 6 de 8 transectos, representando entre el 14 y el 36% (= 16%) de las observaciones. Es una especie de hábitos terrestres; el 100% de las veces fue observado sobre el suelo. La especie *Callisaurus draconoides* está presente en el matorral y fue, en orden de magnitud, la tercer especie más abundante representando entre el 9 y el 46% (= 11%) de las observaciones. Únicamente se observaron dos ejemplares de la lagartija *S. magister*, mismos que representaron el 9 y el 11% (= 2%) de las observaciones en sus respectivos transectos. Esta es una especie arborícola ya que ambos ejemplares fueron observados a alturas de entre 1 y 1.5 m sobre el suelo en un tronco de cardón y en un árbol de mezquite. Solo en un transecto se observó un ejemplar de la lagartija *D. dorsalis*, representando el 11% del total de animales observados durante ese transecto. Esta lagartija estaba en el suelo.

#### **Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010**

Los transectos efectuados en matorral, presentan en términos generales una composición de especies similar. Este hábitat tan peculiar es importante para la lagartija cachora *Callisaurus draconoides* y para la víbora de cascabel *Crotalus cerastes*, ambas especies incluídas en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**. Es importante aclarar que este hábitat será protegido para evitar cualquier impacto posible este hábitat y su fauna, con lo que se trata de evitar cualquier afectación en esta especie.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

**Tabla IV. 33.** Especies en NOM a nivel SAR

Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Callisaurus draconoides</i>	Amenazada no endémica
<i>Crotalus cerastes</i>	Protección especial no endémica

- **Aves**

Para las aves se obtuvieron los siguientes índices ecológicos:

**Tabla IV. 34.** Abundancia de las aves registradas en el SAR.

Especie	Sitios de muestreo							Frecuencia	%
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	Total		
<i>Amphispiza bilineata</i>	5	6	7	8	15	0	41	5	83.33
<i>Auriparus flaviceps</i>	7	2	2	3	6	1	21	6	100.00
<i>Buteo Jamaicensis</i>	0	0	0	0	0	3	3	1	16.67
<i>Buteo swainsoni</i>	0	0	0	1	0	0	1	1	16.67
<i>Calypte costae</i>	2	0	1	0	1	0	4	3	50.00
<i>Callipepla gambelii</i>	2	0	0	0	8	0	10	2	33.33
<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	1	4	0	0	0	0	5	2	33.33
<i>Carpodacus mexicanus</i>	7	4	7	3	24	0	45	5	83.33
<i>Chondestes grammacus</i>	0	0	0	0	8	0	8	1	16.67
<i>Calamospiza melanocorys</i>	0	0	0	3	0	0	3	1	16.67
<i>Colaptes auratus</i>	0	2	0	0	1	0	3	2	33.33
<i>Coragyps atratus</i>	0	0	0	0	13	0	13	1	16.67
<i>Corvus corax</i>	2	0	6	0	0	0	8	2	33.33
<i>Dendroica coronata</i>	0	2	2	0	0	0	4	2	33.33
<i>Falco sparverius</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	16.67
<i>Gavia immer</i>	0	0	0	0	0	1	1	1	16.67
<i>Geococcyx californianus</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	16.67
<i>Lanius ludovicianus</i>	0	2	1	2	2	0	7	4	66.67
<i>Larus atricilla</i>	0	0	0	0	0	2	2	1	16.67
<i>Larus hermanni</i>	0	0	0	0	0	7	7	1	16.67
<i>Melanerpes uropygialis</i>	4	1	1	0	1	0	7	4	66.67
<i>Mimus polyglottos</i>	0	0	2	0	0	0	2	1	16.67
<i>Myiarchus cinerascens</i>	5	4	5	2	5	0	21	5	83.33
<i>Pandion haliaetus</i>	0	0	0	0	2	0	2	1	16.67
<i>Pelecanus occidentalis</i>	0	0	0	0	0	5	5	1	16.67
<i>Phainopepla nitens</i>	0	1	0	0	0	0	1	1	16.67
<i>Phalacrocorax auritus</i>	0	0	0	0	0	5	5	1	16.67
<i>Phalaenoptilus nuttallii</i>	0	4	0	0	0	0	4	1	16.67
<i>Picoides scalaris</i>	1	0	0	0	2	0	3	2	33.33
<i>Pipilo chlorurus</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	16.67
<i>Podilymbus podiceps</i>	0	0	0	0	0	7	7	1	16.67
<i>Polioptila caerulea</i>	0	1	1	3	5	0	10	4	66.67
<i>Spizella breweri</i>	0	0	18	0	16	16	50	3	50.00

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Especie	Sitios de muestreo							Frecuencia	%
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	Total		
<i>Sterna sp</i>	0	0	0	0	0	6	6	1	16.67
<i>Sula leucogaster</i>	0	0	0	0	0	2	2	1	16.67
<i>Tachycineta thalassina</i>	0	0	0	0	3	0	3	1	16.67
<i>Toxostoma sp</i>	1	0	0	0	0	0	1	1	16.67
<i>Troglodytes aedon</i>	0	0	0	0	1	0	1	1	16.67
<i>Vermivora celata</i>	0	2	0	0	5	0	7	2	33.33
<i>Vireo bellii</i>	2	0	0	0	1	0	3	2	33.33
<i>Zenaida asiatica</i>	2	0	0	0	0	0	2	1	16.67
<i>Zenaida macroura</i>	1	1	6	0	0	0	8	3	50.00
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>37</b>	<b>59</b>	<b>25</b>	<b>120</b>	<b>55</b>	<b>339</b>		

Las tres especies con mayores organismos registrados fueron *Spizella breweri*, *Carpodacus mexicanus*, y *Amphispiza bilineata*. Estas dos últimas especies junto con *Myiarchus cinerascens* fueron las especies con una frecuencia del 83,33% de presencia en los seis sitios muestreados, superadas únicamente por *Auriparus flaviceps*, presente en todos los sitios muestreados.

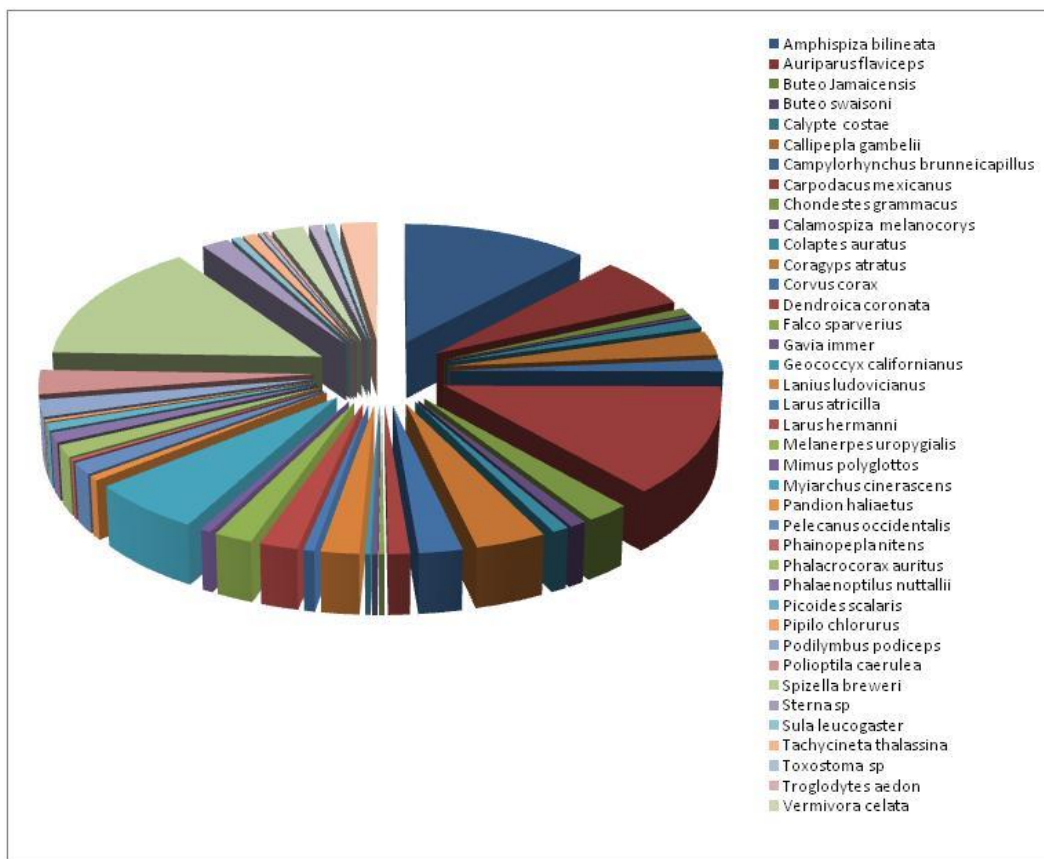


Figura IV. 76. Riqueza y abundancia de especies de aves en el SAR.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

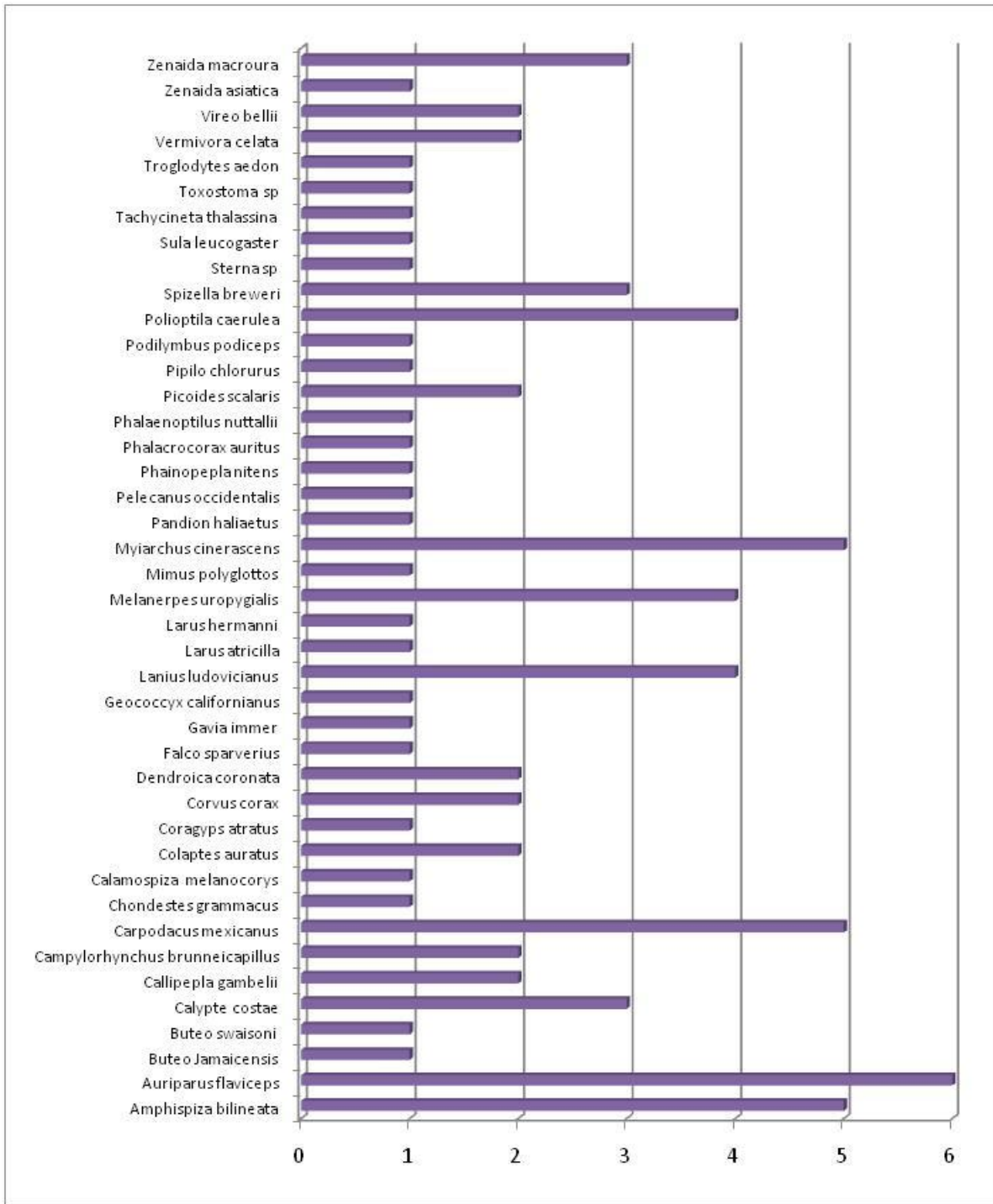


Figura IV. 77. Frecuencia de especies de aves en el SAR.

Tabla IV. 35. Índices de Riqueza y Biodiversidad.

Índice	Hábitat						Total
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	
Riqueza	15	15	13	8	20	11	
No. total de organismos	43	37	59	25	120	55	394

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Índice	Hábitat						Total
	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	
H	2.46	2.53	2.16	1.92	2.54	2.11	
H max = Ln S	2.71	2.56	2.56	2.08	3.00	2.40	
Equitatividad (J)	0.91	0.99	0.84	0.92	0.85	0.88	

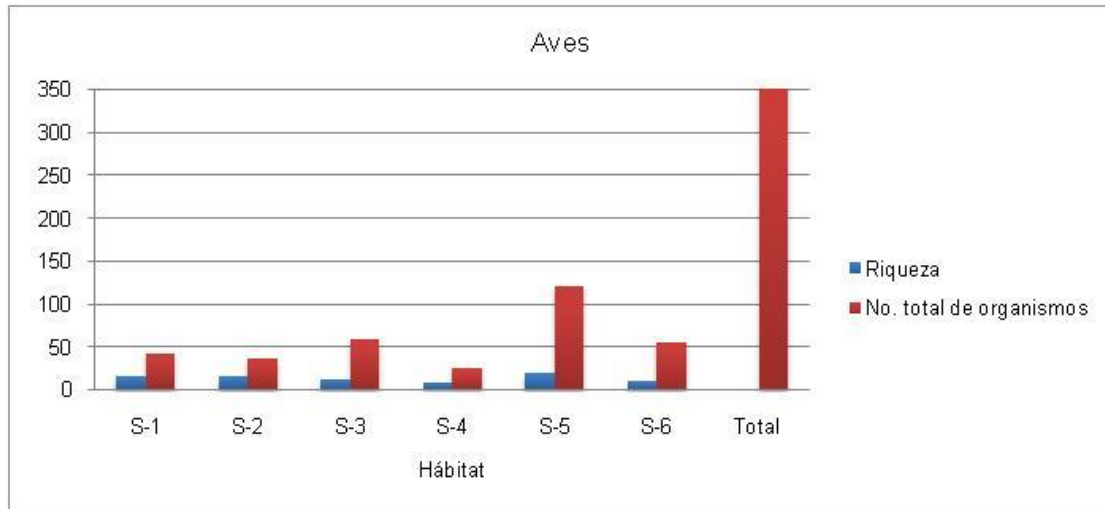


Figura IV. 78. Riqueza y abundancia de especies de aves en el SAR.

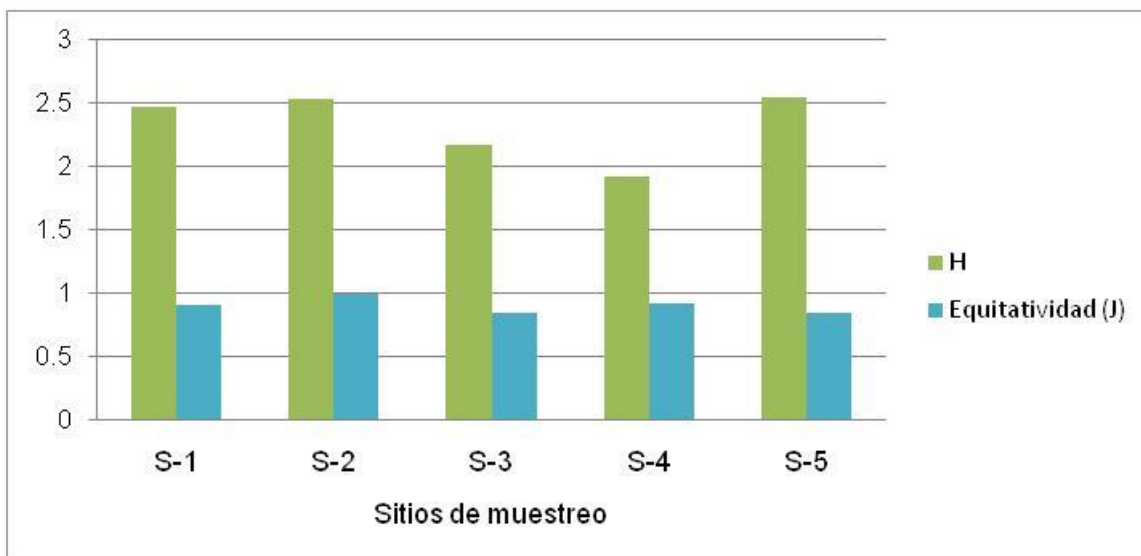


Figura IV. 79. Equitatividad e Índice de diversidad de Shannon de especies de aves en el SAR.

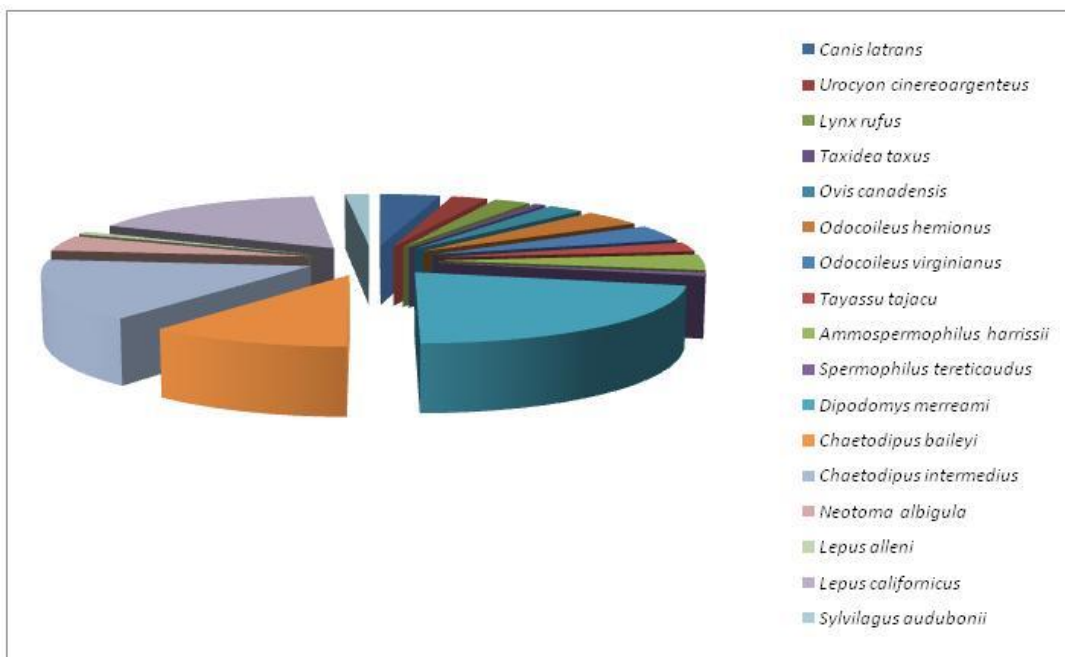
- **Mamíferos**

Para los mamíferos estos fueron los índices evaluados:

**Tabla IV. 36.** Abundancia de mamíferos registrados en el SAR.

No.	Familia	Especie	Total	Sitios de muestreo				Frecuencia	%
				S-1	S-2	S-3	S-5		
1	Canidae	<i>Canis latrans</i>	5	2	2	0	1	3	75
2	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	3	2	1	0	0	2	50
3	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	3	2	1	0	0	2	50
4	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	1	0	0	0	1	1	25
5	Bovidae	<i>Ovis canadensis</i>	3	1	1	0	1	3	75
6	Cervidae	<i>Odocoileus hemionus</i>	5	3	2	0	0	2	50
7	Cervidae	<i>Odocoileus virginianus</i>	5	1	4	0	0	2	50
8	Tayassuidae	<i>Tayassu tajacu</i>	3	0	3	0	0	1	25
9	Sciuridae	<i>Ammospermophilus harrissii</i>	5	1	0	4	0	2	50
10	Sciuridae	<i>Spermophilus tereticaudus</i>	1	0	0	1	0	1	25
11	Heteromidae	<i>Dipodomys merreami</i>	26	8	4	2	12	4	100
12	Heteromidae	<i>Chaetodipus baileyi</i>	13	3	2	7	1	4	100
13	Heteromidae	<i>Chaetodipus intermedius</i>	19	6	2	9	2	4	100
14	Muridae	<i>Neotoma albigula</i>	5	0	3	2	0	2	50
15	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	1	0	1	0	0	1	25
16	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	20	5	10	3	2	4	100
17	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	2	0	2	0	0	1	25
<b>Total</b>			<b>120</b>	<b>34</b>	<b>38</b>	<b>28</b>	<b>20</b>		

La especie más abundante fue *Dipodomys merreami*, seguida de *Lepus californicus*, ambas especies presentes en todos los sitios de muestreo. Las especies observadas durante el trayecto nocturno fueron *Lepus californicus* (5 organismos), *Sylvilagus audubonii* (2 organismos) y *Tayassu tajacu* (3 organismos).



**Figura IV. 80.** Riqueza y abundancia de especies de mamíferos en el SAR.

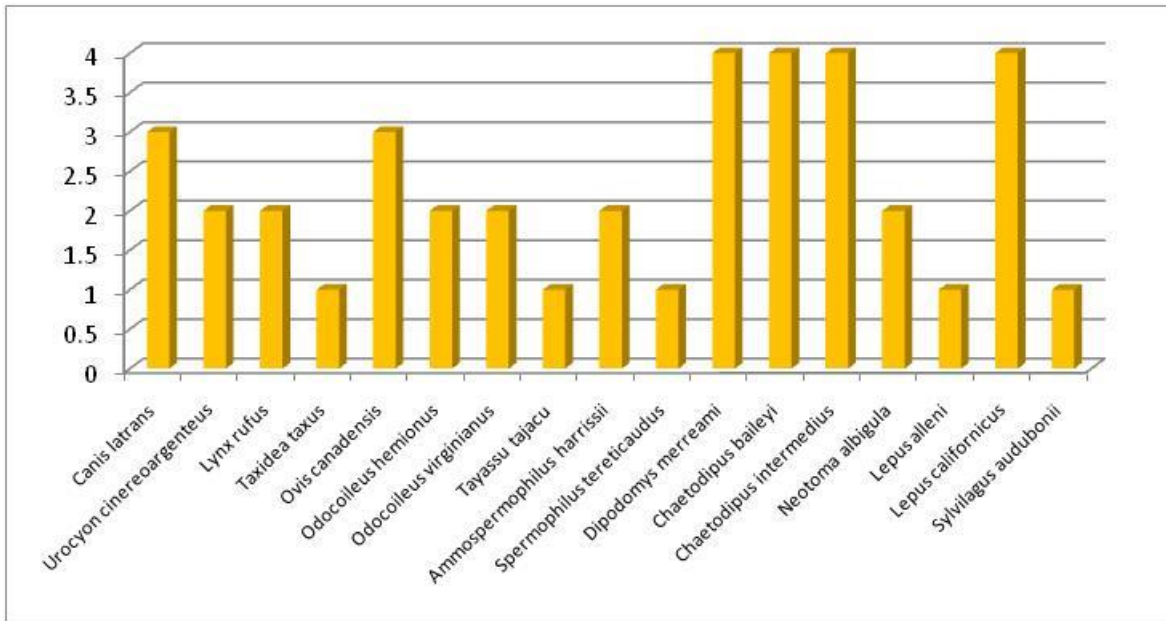


Figura IV. 81. Frecuencia de especies de mamíferos en el SAR.

## SEGUNDA CAMPAÑA DE MUESTREO.

Esta campaña incluye el SAR y el Área del proyecto.

## FLORA

- **Composición de especies vegetales.**

Se determinaron los tipos de vegetación nativos de acuerdo a la Serie V del INEGI, son:

- ❖ En el SAR se presentan cuatro tipos de vegetación: Matorral Sarcocaulé, Matorral Desértico Micrófilo, Mezquital Xerófilo y Vegetación Halófila Xerófila;
- ❖ En el Área del proyecto se presentan dos tipos: Matorral Sarcocaulé y Matorral Desértico Micrófilo. (Véase las siguientes figuras y tablas).

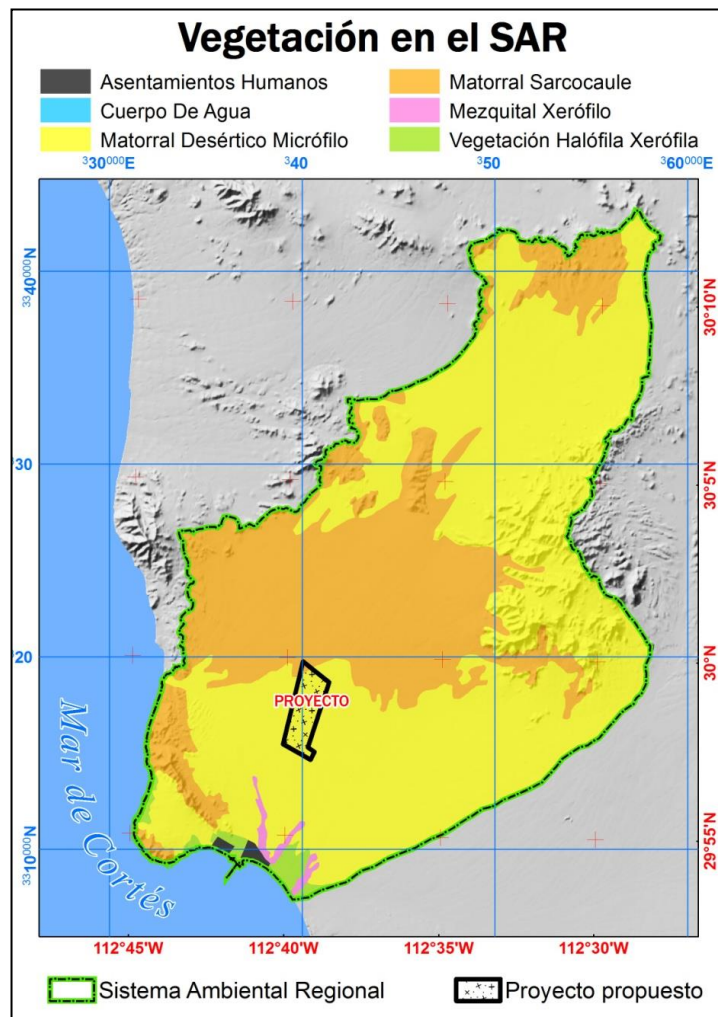


Figura IV. 82. Tipos de vegetación presentes en el SAR, Serie V, INEGI 2012.



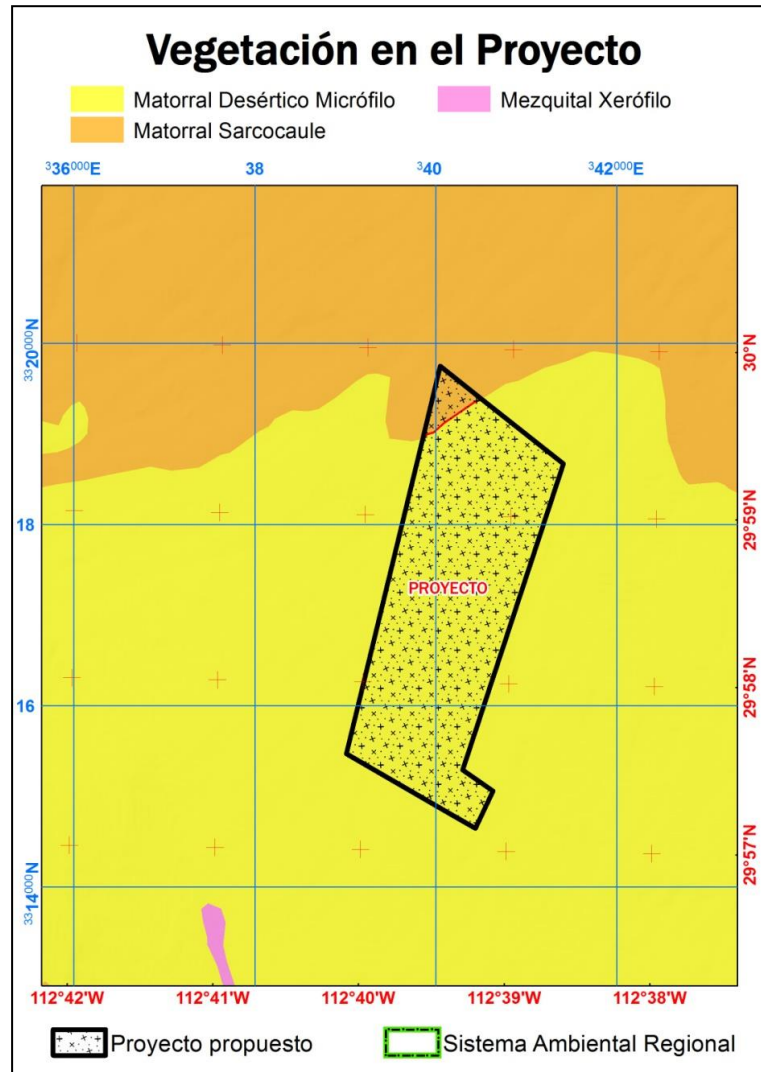


Figura IV. 83. Tipos de vegetación presentes en el Área del proyecto, Serie V, INEGI 2012.

Tabla IV. 37. Superficie de los tipos de vegetación y uso de suelo dentro del SAR.

	Tipos de vegetación y uso de Suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)
1	Asentamientos Humanos	1'646,219.47	164.62
2	Cuerpo de Agua	309,526.29	30.95
3	Matorral Desértico Micrófilo	349'531,386.80	34,953.14
4	Matorral Sarcocaula	192'216,088.92	19,221.61
5	Mezquital Xerófilo	3'174,938.22	317.49
6	Vegetación Halófila Xerófila	6'631,468.88	663.15
	<b>Total</b>	<b>553,509,628.58</b>	<b>55,350.96</b>

**Tabla IV. 38.** Superficies de los tipos de vegetación dentro del Área del proyecto.

	Uso de Suelo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (ha)
1	Matorral Desértico Micrófilo	6'018,301.31	601.83
2	Matorral Sarcocaula	210,892.82	21.08
	<b>Total</b>	<b>6'229,194.13</b>	<b>622.91</b>

A continuación se presenta una descripción de los tipos de vegetación presentes en el SAR y Área del proyecto:

#### **Matorral Sarcocaula.**

Tipo de vegetación caracterizado por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, gruesos frecuentemente retorcidos y algunos con corteza papirácea. Se desarrollan en regiones costeras de la llanura sonorensis y la Península de Baja California. Esta comunidad vegetal se ubica en la región de lomeríos y elevaciones medias, sobre suelos someros de laderas de cerros, lo conforman especies como: *Cercidium microphyllum*, *Opuntia spp.*, y *Carnegiea gigantea*, entre otras; esta última, particularmente impresionante por su altura, ya que con frecuencia llega a medir más de 10m. Es un matorral abierto o medianamente denso y florísticamente rico, en el que a menudo intervienen especies de *Acacia*, *Prosopis*, *Larrea*, *Celtis*, *Encelia*, *Olneya*, *Ferocactus* y muchos otros, al igual que numerosas plantas herbáceas perennes incluyendo helechos y *Selaginella*. De manera semejante, la mitad meridional de la Península de Baja California, a la altura de la sierra San Francisco, La Giganta y todos los cerros intermedios están ocupados por dicho matorral con especies como: *Pachycereus pringlei*, *Lophocereus schottii*, *Machaerocerus gummosus* y *Opuntia cholla*, de las cactáceas; pero además aparecen especies de los géneros: *Bursera*, *Jatropha*, *Cercidium*, *Prosopis*, entre otras. Dadas las condiciones ecológicas, las actividades pecuarias son limitadas y casi no hay actividad agrícola.

Comunidad vegetal con gran número de formas de vida o biotipos, entre los que destacan especies sarcocaulales (tallos gruesos carnosos) y crasicaulales (tallos suculentos- jugosos). Se desarrolla principalmente en la parte central de Baja California sobre terrenos ondulados graníticos y coluviones. Las especies más conspicuas son: *Pachycormus discolor*, *Fouquieria spp.*, *Pachycereus spp.*, *Opuntia spp.*, *Pedilanthus macrocarpus*, etcétera.

#### **Matorral Desértico Micrófilo.**

Es el tipo de matorral de zonas áridas y semiáridas de mayor distribución en México, formado por arbustos de hoja o foliolo pequeño. Se desarrolla principalmente sobre terrenos aluviales más o menos bien drenados y puede estar formado por asociaciones de

especies sin espinas, con espinas o mezclados; asimismo pueden estar en su composición otras formas de vida, como cactáceas, izotes o gramíneas. Durante la época seca el estrato herbáceo prácticamente desaparece, pero en época de lluvias germina con rapidez, dando un cambio importante a su aspecto.

Este tipo de matorral se compone principalmente de *Larrea tridentata* y *Ambrosia dumosa* o *Ambrosia deltoidea*, que ocupa característicamente las llanuras con suelo profundo, así como las partes inferiores de los abanicos aluviales, pero también sube muchas veces las laderas de los cerros. La comunidad, en lo que a la flora se refiere, es muy pobre, sobre todo en especies leñosas, aunque existe un contingente de especies anuales, que no hacen su aparición si no en algunos años.

#### **Mezquital Xerófilo.**

Comunidad vegetal dominada principalmente por mezquites (*Prosopis spp.*). Son árboles espinosos de 5 a 10m de altura en condiciones de humedad, pero en condiciones de aridez se desarrolla como arbusto. Se desarrolla frecuentemente en terrenos de suelos profundos y en aluviones cercanos a escorrentías. Es común encontrar esta comunidad mezclada con otros elementos como huizache (*Acacia spp.*), palo fierro (*Olneya tesota*), palo verde (*Cercidium spp.*) y guamúchil (*Pithecellobium dulce*).

#### **Vegetación Halófila Xerófila.**

La constituyen comunidades vegetales arbustivas o herbáceas que se caracterizan por desarrollarse sobre suelos con alto contenido de sales, en partes bajas de cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas, cerca de lagunas costeras, área de marismas, etc.

Es una comunidad vegetal caracterizada por la dominancia de especies herbáceas y arbustivas de escasa cobertura. Se desarrolla sobre suelos con alto contenido de sales, en áreas próximas a las costas entre 0 y 50 msnm, en partes bajas de las cuencas cerradas de las zonas áridas y semiáridas, también se le puede encontrar en áreas de marisma. Las especies más abundantes corresponden estrictamente a halófitas como chamizo (*Atriplex spp.*), romerito (*Suaeda spp.*), vidrillo (*Batis maritima*), hierba reuma (*Frankenia spp.*), alfombrilla (*Abronia maritima*) y lavanda (*Limonium spp.*). Otras especies capaces de soportar estas condiciones son verdolaga (*Sesuvium spp.*), zacate toboso (*Hilaria spp.*), zacate (*Eragrostis obtusiflora*), entre varias más. Son comunes las asociaciones de *Atriplex spp.*, *Suaeda spp.*, *Batis maritima*, *Abronia maritima*, *Frankenia spp.*, etc.

La Vegetación Halófila, característica de suelos con alto contenido de sales solubles puede asumir formas diversas, florística, fisonómica y ecológicamente diferentes, pues pueden dominar en ellas formas herbáceas, arbustivas y aun arbóreas. Tal hecho se debe, al menos en parte, a que los suelos salinos se presentan en condiciones climáticas variadas y además, a que también las características edáficas varían tanto en lo que concierne a la cantidad y tipos de sales, como a la reacción pH, textura, permeabilidad, cantidad de agua disponible, etc.

Los suelos con exceso de sales son particularmente frecuentes en los lugares cercanos a la costa y en las regiones de clima árido, aunque también existen en otras partes. Fuera del ambiente litoral, son comunes en las partes bajas de las cuencas endorreicas. Salvo muy raras excepciones, se trata de suelos profundos, de origen aluvial, que varían desde muy arcillosos, como es el caso de la mayor parte de los fondos de antiguos lagos, hasta arenas sueltas, que abundan principalmente en los litorales.

Los suelos salinos rara vez se presentan en México en altitudes superiores a 2 500 msnm, pero aún así están sujetos a condiciones climáticas muy diversas. Los climas varían también de muy extremos a francamente isotérmicos. Con respecto a la composición florística de las comunidades halófilas, es interesante señalar que al mismo tiempo que incluyen géneros y especies de distribución muy vasta, algunos casi cosmopolitas, tampoco son raros en ellas los endemismos, tanto en el litoral, como en condiciones continentales. Las familias mejor representadas son Gramineae y Chenopodiaceae, mereciendo mención especial las Frankeniaceae, cuyos miembros llegan a ser muy importantes en el noroeste de México. La suculencia es una característica frecuente en las halófitas de familias diferentes, así como la reproducción vegetativa y la alta presión osmótica.

Los terrenos con Vegetación Halófila cuando han sido drenados, pueden sustentar agricultura bajo riego, como en parte de la región lagunera y otros distritos de riego.

#### **Uso de especies en el SAR o en la región**

El mezquite es considerado un recurso natural muy importante para las zonas áridas y semiáridas del país, debido a los diferentes usos que tiene como alimento para el ganado, para consumo humano, la madera es utilizada para duela, parquet, mangos para herramientas, leña y carbón entre otras. Debido a las características del suelo donde se localiza es eliminado constantemente para incorporar terrenos a la agricultura.

El uso principal del chamizo o costilla de vaca (*Atriplex spp.*) como alimento para el ganado bovino, tal es el caso y algunas especies de pastos como zacate toboso (*Hilaria sp.*) y zacate (*Eragrostis obtusiflora*).

### **Metodología.**

La caracterización de los elementos vegetales de la superficie del SAR y Área del proyecto se utilizó el "Método de cuadrante", técnica seleccionada debido a su eficiencia y nivel de precisión para muestrear los ecosistemas de tipo árido y semiárido presentes en el Área del proyecto. En este sentido, los métodos con parcela han sido ampliamente utilizados para la medición de sus atributos, siendo el método del cuadrante el más antiguo para la obtención de datos cuantitativos. Los cuadrantes pueden estar constituidos por cuadros, rectángulos o círculos y sus dimensiones dependen del tamaño de las plantas a evaluar. La caracterización del SAR y Área del proyecto, se utilizaron cuadrados de 10m x 10m, con una superficie individual de 100 m<sup>2</sup>, siendo esta una de las más utilizadas para evaluar los componentes arbustivos de la región.

Se llevaron a cabo diferentes recorridos en la superficie del SAR y Área del proyecto, estableciendo un número de 82 parcelas sobre la superficie solicitada para cambio de uso de suelo, y 207 parcelas sobre la superficie de SAR tomando las coordenadas UTM Datum WGS84 de cada una de ellas; así mismo, se contabilizó en cada una de ellas el número de ejemplares por especie identificada.

En estas parcelas se determinaron el diámetro de fuste, diámetro de copa, altura y número de individuos por especie, para realizar posteriormente las estimaciones de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr), utilizando las fórmulas que se adjuntan en el Capítulo VIII, así como se anexa y describe a detalle la metodología empleada para caracterizar la flora en el SAR y Área del proyecto.

### **Resultados del muestreo en el SAR.**

Durante el análisis florístico realizado se tomaron fotografías de las especies representativas y se llevó a cabo una revisión bibliográfica de la región de estudio.

Para la totalidad de los sitios realizados en la superficie del SAR, se registró una riqueza total de 24 especies, dentro de las cuales 2 especies identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación se hace una descripción de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010:

*Ferocactus cylindraceus*. Denominada cactus barril es una cactácea originaria de Norteamérica. Su morfología es globular, crece sólo en raras ocasiones por separado. Es esférica a cilíndrica y alcanza un diámetro de 50 centímetros y una altura de hasta 3 metros. El tallo tiene entre 18 y 27 costillas bien marcadas con densos cúmulos de muchas espinas rectas. Cada areola tiene de cuatro a siete espinas centrales, de 5 a 15 centímetros de largo y de 15 a 25 espinas radiales como pelos fuertes. Las flores con forma de embudo, son tintadas de color amarillo y rojo a veces. Llegan a una longitud de 3 a 6 centímetros y tienen un diámetro de 4 a 6 centímetros. Los frutos tienen 3 centímetros de largo, son esféricos, de color amarillo y carnoso.

*Lophocereus schottii*. Denominada sinita es una planta erecta que forma agrupaciones, con numerosos tallos delgados que se levantan desde la base. Tallos color verde amarillento de 5 a 8 cm de diámetro en la base y 3 a 4.5 m de altura. Costillas de las ramas jóvenes discontinuas, a menudo reemplazadas por protuberancias espaciadas que reaparecen en la parte superior de las ramas en número de cinco, a veces poco diferenciadas y poco desarrolladas. Aréolas de las partes inferiores de las ramas de 1 a 2 mm de diámetro, con fieltro blanco escaso; aréolas de las costillas de las ramas altas bien desarrolladas, de 5 a 8 mm de ancho, muy lanosas. Espinas rara vez presentes; en las aréolas floríferas superiores existen algunas, ocasionalmente algunas cerdas. Flores abundantes, a menudo más de una en cada aréola, semejante a la forma típica. Fruto y semillas desconocidos. (Bravo-Hollis 1978). Otros sinónimos: *Cereus mieckleyanus* Weigart, *Lophocereus mieckleyanus* Backb. et Knuth, *Lemairocereus mieckleyanus* (Weing.) Borg.

Se presenta un listado de las especies identificadas en las parcelas de muestreo en el SAR. (Véase la siguiente tabla).

**Tabla IV. 39.** Especies identificadas en las parcelas de muestreo establecidas en el SAR.

Nombre Común	Nombre Científico	Orden	Familia	NOM-059-SEMARNAT -2010
Herbácea	<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	Asterales	Asteraceae	--
Cadillo	<i>Ambrosia dumosa</i>	Asterales	Asteraceae	--
Barba de Chivo	<i>Bebbia juncea</i>	Asterales	Asteraceae	--
Torote rojo	<i>Bursera microphylla</i>	Sapindales	Burseraceae	--
Choya	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	Caryophyllales	Cactaceae	--
Manzano del Desierto	<i>Datura Discolor</i>	Solanales	Solanaceae	--
Manca caballo	<i>Echinocactus texensis</i>	Caryophyllales	Cactaceae	--
Alicoche	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Caryophyllales	Cactaceae	--

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Nombre Común	Nombre Científico	Orden	Familia	NOM-059-SEMARNAT -2010
Cenizillo	<i>Encelia farinosa</i>	Asterales	Asteraceae	--
Cactus Barril	<i>Ferocactus Cylindraceus</i>	Caryophyllales	Cactaceae	Sujeta a protección especial
Biznaga	<i>Ferocactus emory</i>	Caryophyllales	Cactaceae	--
Panalero	<i>Forestiera angustifolia</i>	Lamiales	Oleaceae	--
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	Ericales	Fouquieriaceae	--
Cenizo	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malvales	Malvaceae	--
Margarita	<i>Hyptis sp.</i>	Lamiales	Lamiaceae	--
Sangre de drago	<i>Jatropha cuneata</i>	Malpighiales	Euphorbiaceae	--
Corona de cristo	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Brassicales	Koeberliniaceae	--
Candelilla	<i>Krameria paucifolia</i>	Zygophyllales	Krameriaceae	--
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	Zygophyllales	Zygophyllaceae	--
Sinita	<i>Lophocereus schotti</i>	Caryophyllales	Cactaceae	Sujeta a protección especial
Chaparro amargoso	<i>Lycium andersonii</i>	Solanales	Solanaceae	--
Shery	<i>Mammillaria dioica</i>	Caryophyllales	Cactaceae	--
Partenium	<i>Parthenium argentatum</i>	Asterales	Asteraceae	--
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	Fabales	Fabaceae	--

### Determinación de los parámetros ecológicos en el SAR

Se muestran los resultados de los parámetros ecológicos estimados. De acuerdo a los valores obtenidos, *Hibiscus denudatus* resultó ser la especie más abundante, *Lycium andersonii* la más dominante y *Larrea tridentata* la más frecuente. *Hibiscus denudatus* obtuvo también los valores más altos para el IVI calculado, además *Lycium andersonii* destacando por sus altos valores de peso ecológico, en función de su cobertura y abundancia. En virtud de lo anterior, se considera que dichas especies son las de mayor importancia en el ecosistema presente en el SAR. Además, se presentan los Índices de diversidad, tanto de Shannon como de Equidad, estimados para las especies registradas en las unidades de muestreo, (véase las siguientes tablas y figuras).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

**Tabla IV. 40.** Parámetros ecológicos estimados para las especies registradas en las unidades de muestreo en el SAR.

Nombre científico	No. de Individuos / ha	Cobertura (%)	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Peso ecológico
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	14	0.01	0.481	0.013	0.481	0.975	0.49
<i>Ambrosia dumosa</i>	300	0.58	10.672	0.581	10.672	21.926	11.25
<i>Bebbia juncea</i>	0	0.08	0.017	0.077	0.017	0.112	0.09
<i>Bursera microphylla</i>	44	8.06	1.581	8.060	1.581	11.222	9.64
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	0	0.43	0.017	0.434	0.017	0.468	0.45
<i>Datura Discolor</i>	11	0.02	0.378	0.022	0.378	0.779	0.40
<i>Echinocactus texensis</i>	5	0.13	0.172	0.132	0.172	0.475	0.30
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	2	0.09	0.086	0.092	0.086	0.264	0.18
<i>Encelia farinosa</i>	402	0.85	14.298	0.850	14.298	29.446	15.15
<i>Ferocactus Cylindraceus</i>	8	0.10	0.275	0.103	0.275	0.653	0.38
<i>Ferocactus emory</i>	5	0.17	0.189	0.174	0.189	0.552	0.36
<i>Forestiera angustifolia</i>	6	7.19	0.206	7.190	0.206	7.603	7.40
<i>Fouquieria splendens</i>	117	9.13	4.159	9.129	4.159	17.447	13.29
<i>Hibiscus denudatus</i>	610	0.76	21.705	0.759	21.705	44.169	22.46
<i>Hyptis sp.</i>	183	0.03	6.496	0.026	6.496	13.018	6.52
<i>Jatropha cuneata</i>	325	4.50	11.548	4.503	11.549	27.600	16.05
<i>Koeberlinia spinosa</i>	5	0.91	0.189	0.911	0.189	1.289	1.10
<i>Krameria paucifolia</i>	0	7.95	0.017	7.950	0.017	7.984	7.97
<i>Larrea tridentata</i>	672	2.38	23.922	2.375	23.922	50.219	26.30
<i>Lophocereus schotii</i>	74	2.01	2.629	2.012	2.629	7.271	4.64
<i>Lycium andersonii</i>	3	8.02	0.120	8.018	0.120	8.258	8.14
<i>Mammillaria dioica</i>	0	0.01	0.017	0.007	0.017	0.041	0.02
<i>Parthenium argentatum</i>	15	0.31	0.550	0.307	0.550	1.407	0.86
<i>Prosopis velutina</i>	8	20.40	0.275	20.403	0.275	20.953	20.68



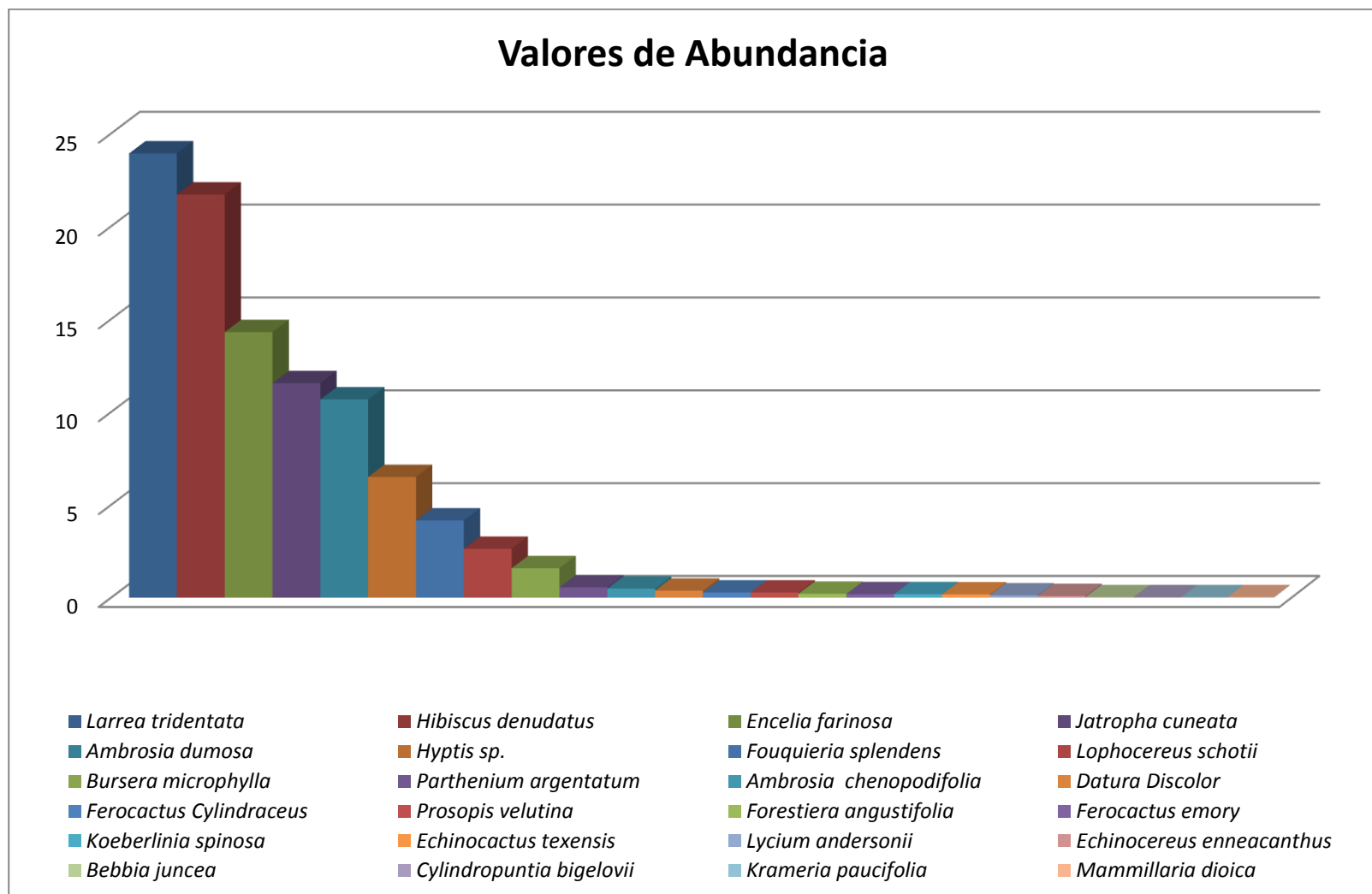


Figura IV. 84. Valores porcentuales de abundancia relativa calculada para el total de especies registradas en el SAR.

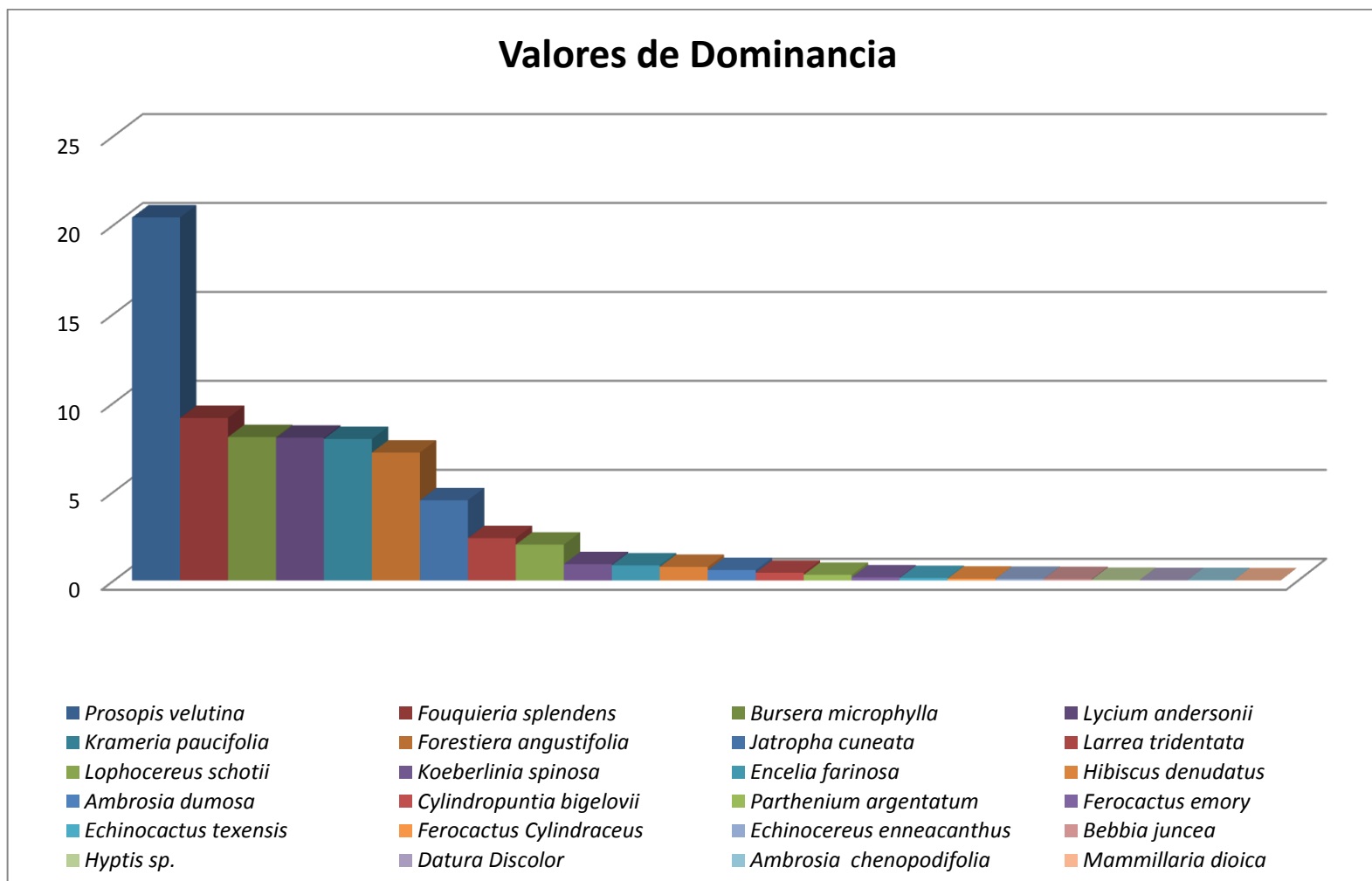


Figura IV. 85. Valores porcentuales de dominancia relativa calculada para el total de especies registradas en el SAR.

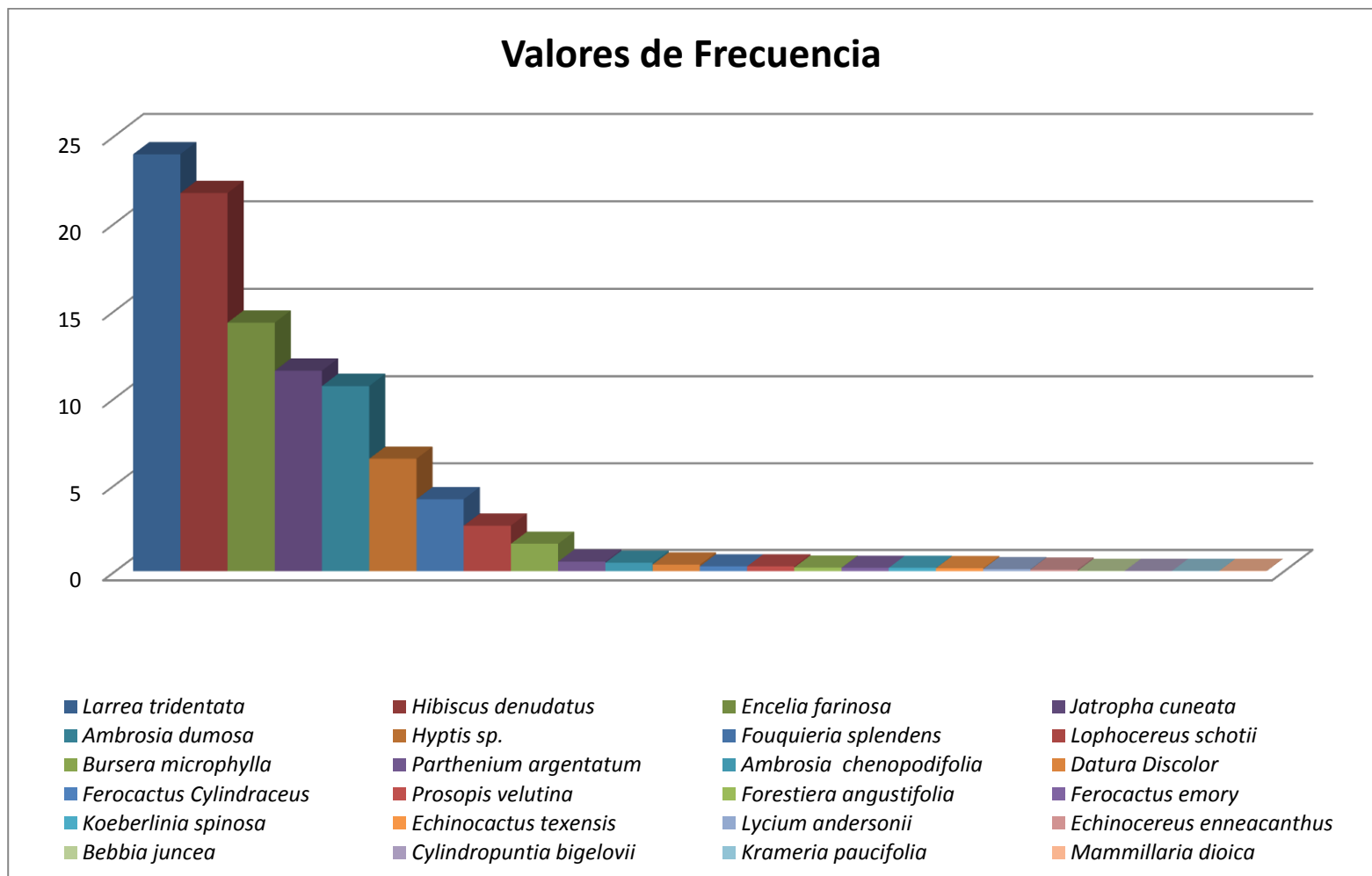


Figura IV. 86. Valores porcentuales de frecuencia relativa calculada para el total de especies registradas en el SAR.

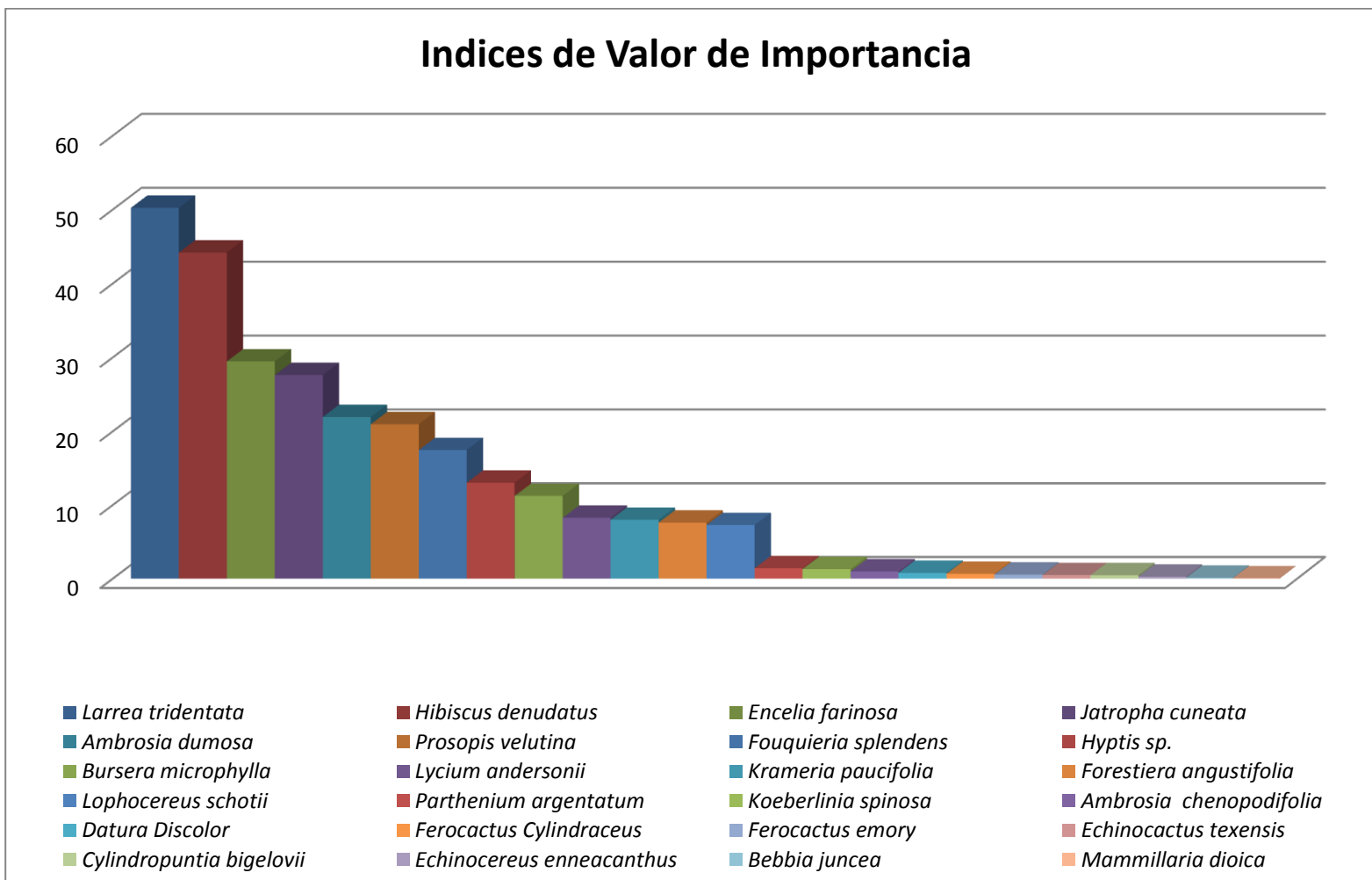


Figura IV. 87. Valor de importancia calculado para el total de especies registradas en el SAR.

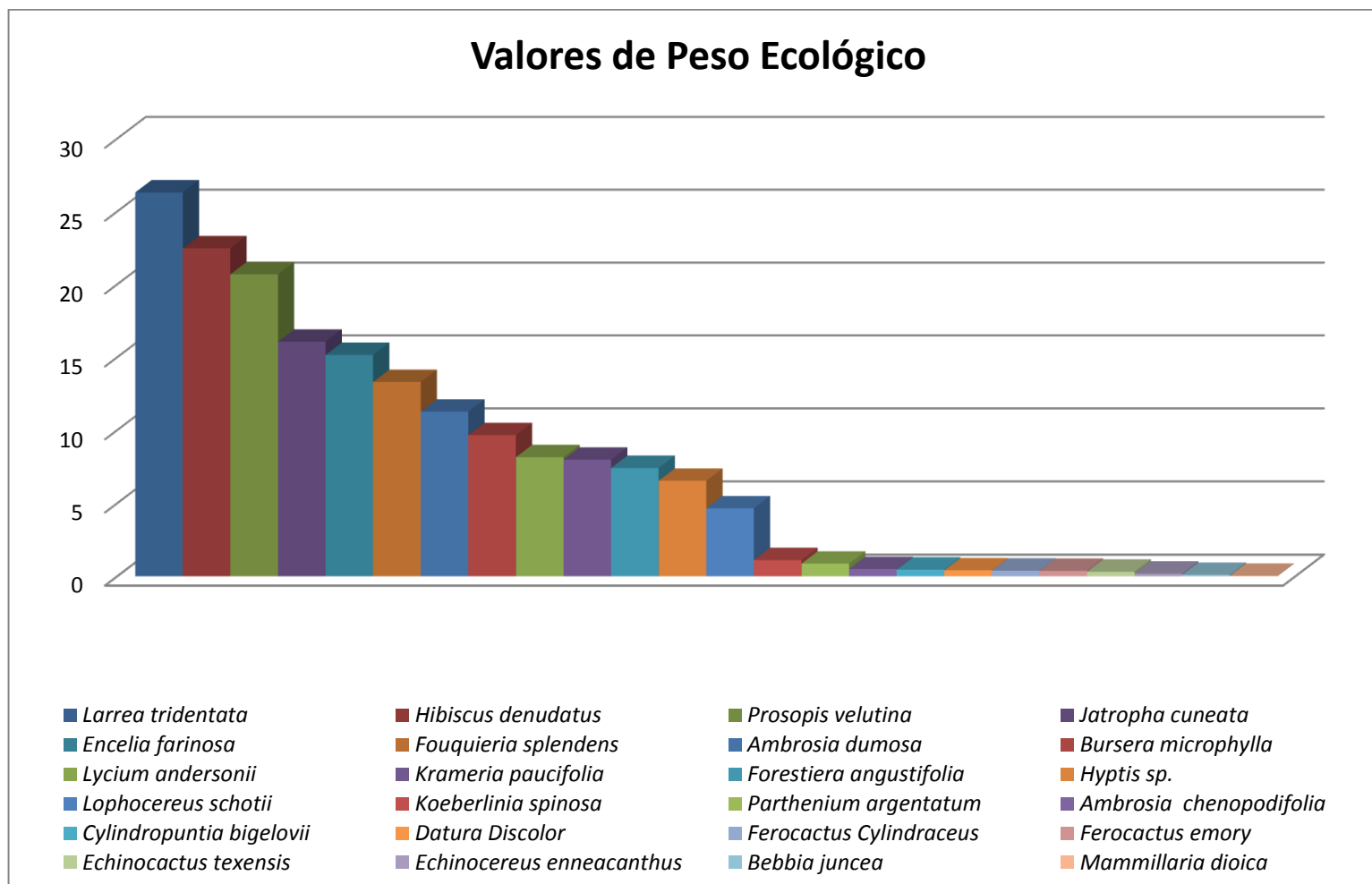


Figura IV. 88. Valores porcentuales de peso ecológico calculados para el total de especies registradas en el SAR.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

**Tabla IV. 41.** Índices de diversidad estimados para las especies registradas en las unidades de muestreo en el SAR.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Herbácea	<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	28	0.0048	-5.3367	-0.0257	0.0257	0.0080
Cadillo	<i>Ambrosia dumosa</i>	621	0.1067	-2.2376	-0.2388	0.2388	0.0742
Barba de Chivo	<i>Bebbia juncea</i>	1	0.0002	-8.6689	-0.0015	0.0015	0.0005
Torote rojo	<i>Bursera microphylla</i>	92	0.0158	-4.1471	-0.0656	0.0656	0.0204
Choya	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	1	0.0002	-8.6689	-0.0015	0.0015	0.0005
Manzano del Desierto	<i>Datura Discolor</i>	22	0.0038	-5.5778	-0.0211	0.0211	0.0065
Manca caballo	<i>Echinocactus texensis</i>	10	0.0017	-6.3663	-0.0109	0.0109	0.0034
Alicoche	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	5	0.0009	-7.0594	-0.0061	0.0061	0.0019
Cenizillo	<i>Encelia farinosa</i>	832	0.1430	-1.9451	-0.2781	0.2781	0.0864
Cactus Barril	<i>Ferocactus cylindraceus</i>	16	0.0027	-5.8963	-0.0162	0.0162	0.0050
Biznaga	<i>Ferocactus emory</i>	11	0.0019	-6.2710	-0.0119	0.0119	0.0037
Panalero	<i>Forestiera angustifolia</i>	12	0.0021	-6.1840	-0.0128	0.0128	0.0040
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	242	0.0416	-3.1799	-0.1322	0.1322	0.0411
Cenizo	<i>Hibiscus denudatus</i>	1263	0.2170	-1.5276	-0.3316	0.3316	0.1030
Margarita	<i>Hyptis sp.</i>	378	0.0650	-2.7340	-0.1776	0.1776	0.0552
Sangre de drago	<i>Jatropha cuneata</i>	672	0.1155	-2.1586	-0.2493	0.2493	0.0774
Corona de cristo	<i>Koeberlinia spinosa</i>	11	0.0019	-6.2710	-0.0119	0.0119	0.0037
Candelilla	<i>Krameria paucifolia</i>	1	0.0002	-8.6689	-0.0015	0.0015	0.0005
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	1392	0.2392	-1.4304	-0.3422	0.3422	0.1063
Sinita	<i>Lophocereus schotii</i>	153	0.0263	-3.6384	-0.0957	0.0957	0.0297
Chaparro amargoso	<i>Lycium andersonii</i>	7	0.0012	-6.7230	-0.0081	0.0081	0.0025
Shery	<i>Mammillaria dioica</i>	1	0.0002	-8.6689	-0.0015	0.0015	0.0005
Partenium	<i>Parthenium argentatum</i>	32	0.0055	-5.2031	-0.0286	0.0286	0.0089
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	16	0.0027	-5.8963	-0.0162	0.0162	0.0050
		5819	1			<b>2.09</b>	<b>0.65</b>
		<b>Índice de diversidad máxima</b>				<b>3.22</b>	

## Resultados del muestreo en el Área del proyecto.

Durante el análisis florístico realizado se tomaron fotografías de las especies representativas y se llevó a cabo una revisión bibliográfica de la región de estudio.

Para la totalidad de los sitios realizados en la superficie del Área del proyecto, se registró una riqueza total de 19 especies, y 2 especies se identificaron en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV. 42.** Especies identificadas en las parcelas de muestreo establecidas en el Área del proyecto.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	Herbácea	---
Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia dumosa</i>	Cadillo	---
Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i>	Torote rojo	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Echinocactus texensis</i>	Manca caballo	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Alicoche	---
Asterales	Asteraceae	<i>Encelia farinosa</i>	Cenizillo	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Ferocactus emory</i>	Biznaga	Pr
Lamiales	Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	---
Ericales	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	---
Malvales	Malvaceae	<i>Hibiscus denudatus</i>	Cenizo	---
Lamiales	Lamiaceae	<i>Hyptis sp.</i>	Margarita	---
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Jatropha cuneata</i>	Sangre de drago	---
Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Lophocereus schottii</i>	Sinita	Pr
Solanales	Solanaceae	<i>Lycium andersonii</i>	Chaparro amargoso	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Pachycereus pringlei</i>	Organo	---
Asterales	Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	Partenium	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Peniocereus striatus</i>	Cola de rata	---
Fabales	Fabaceae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	---

## Determinación de los parámetros ecológicos en el Área del proyecto

Se muestran los resultados de los parámetros ecológicos estimados. De acuerdo a los valores obtenidos, *Larrea tridentata* resultó ser la especie más abundante, *Prosopis velutina* la más dominante a *Larrea tridentata* la más frecuente, obtuvo también los valores más altos para el IVI calculado, además destaco por sus altos valores de peso ecológico, en función de su cobertura y abundancia. En virtud de lo anterior, se considera

que dichas especies son las de mayor importancia en el ecosistema presente en el Área del proyecto.

Asimismo, se presentan los Índices de diversidad, tanto de Shannon como de Equidad, estimados para las especies registradas en las unidades de muestreo. Así como, se pueden observar los resultados de los sitios muestreados en el SAR y Área del proyecto, en cuanto a índices de diversidad se refiere. (Véase las siguientes tablas y figuras).



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

**Tabla IV. 43.** Parámetros ecológicos estimados para las especies registradas en las unidades de muestreo en el Área del proyecto.

Nombre científico	No. de Individuos / ha	Cobertura (%)	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Peso ecológico
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	7	0.20	0.281	0.201	1.165	1.647	0.48
<i>Ferocactus emory</i>	8	0.37	0.327	0.366	1.165	1.859	0.69
<i>Ambrosia dumosa</i>	210	1.03	8.135	1.031	9.323	18.489	9.17
<i>Krameria paucifolia</i>	148	0.06	5.750	0.063	3.962	9.776	5.81
<i>Encelia farinosa</i>	329	1.12	12.763	1.122	7.692	21.577	13.88
<i>Hibiscus denudatus</i>	5	3.13	0.187	3.129	0.932	4.248	3.32
<i>Lycium andersonii</i>	5	0.59	0.187	0.586	0.699	1.473	0.77
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	842	4.63	32.679	4.634	13.985	51.298	37.31
<i>Peniocereus striatus</i>	105	0.04	4.067	0.039	4.662	8.768	4.11
<i>Koeberlinia spinosa</i>	16	0.43	0.608	0.430	1.865	2.903	1.04
<i>Larrea tridentata</i>	222	0.04	8.602	0.041	9.790	18.433	8.64
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	23	31.60	0.888	31.597	1.632	34.117	32.49
<i>Echinocactus texensis</i>	175	16.40	6.779	16.397	11.421	34.597	23.18
<i>Hyptis sp.</i>	23	1.45	0.888	1.450	1.632	3.970	2.34
<i>Prosopis velutina</i>	2	2.12	0.094	2.119	0.466	2.678	2.21
<i>Prosopis juliflora</i>	10	0.25	0.374	0.249	1.165	1.788	0.62
<i>Fouquieria splendens</i>	275	9.70	10.659	9.699	12.820	33.178	20.36
<i>Pachycereus pringlei</i>	127	5.61	4.909	5.614	10.023	20.545	10.52
<i>Forestiera angustifolia</i>	47	21.23	1.823	21.234	5.594	28.651	23.06
<i>Parthenium argentatum</i>	7	0.20	0.281	0.201	1.165	1.647	0.48
<i>Jatropha cuneata</i>	8	0.37	0.327	0.366	1.165	1.859	0.69
<i>Lophocereus schottii</i>	210	1.03	8.135	1.031	9.323	18.489	9.17
<i>Bursera microphylla</i>	148	0.06	5.750	0.063	3.962	9.776	5.81
<i>Peniocereus striatus</i>	329	1.12	12.763	1.122	7.692	21.577	13.88

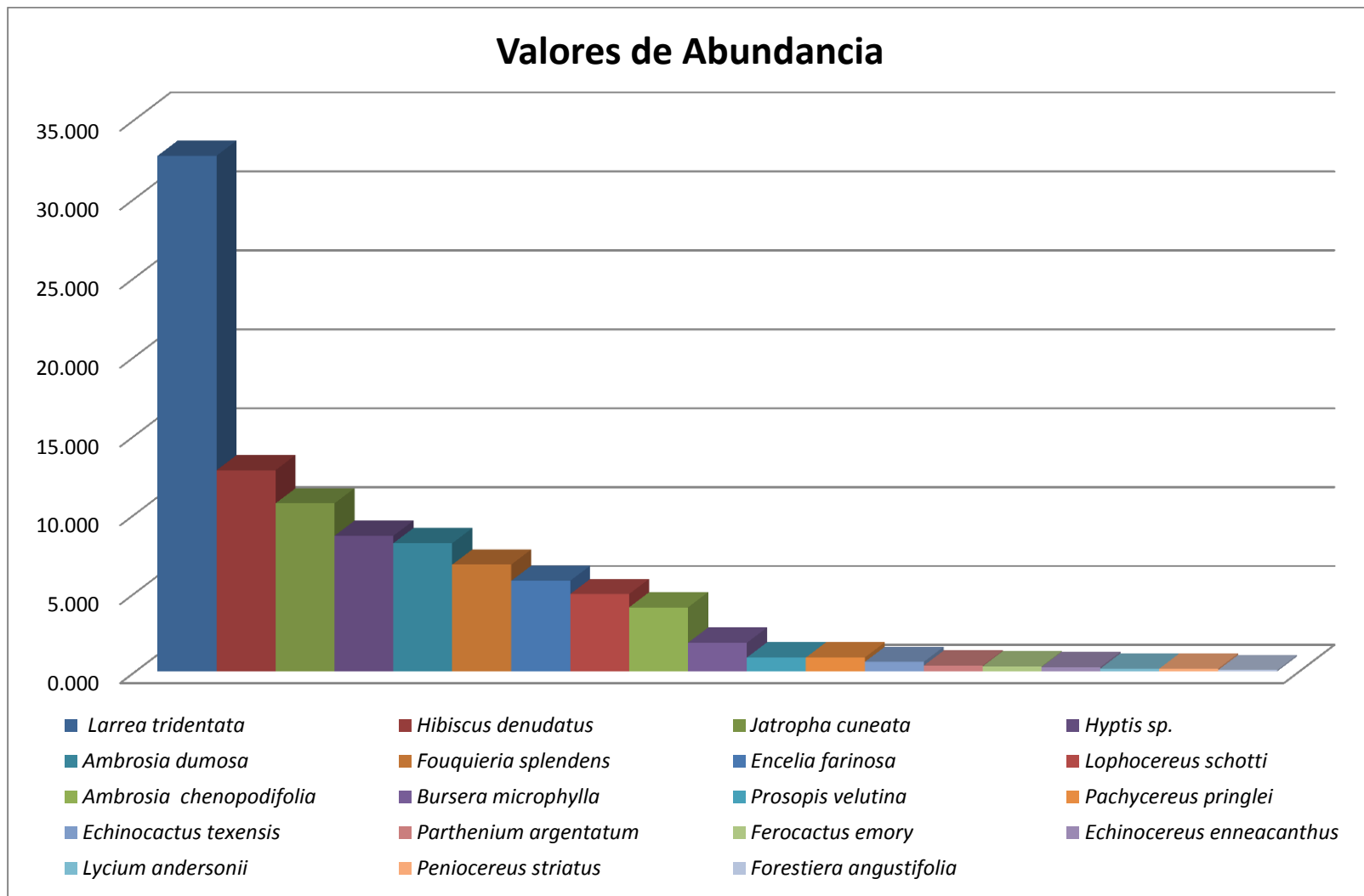


Figura IV. 89. Valores porcentuales de abundancia relativa calculada para el total de especies registradas.

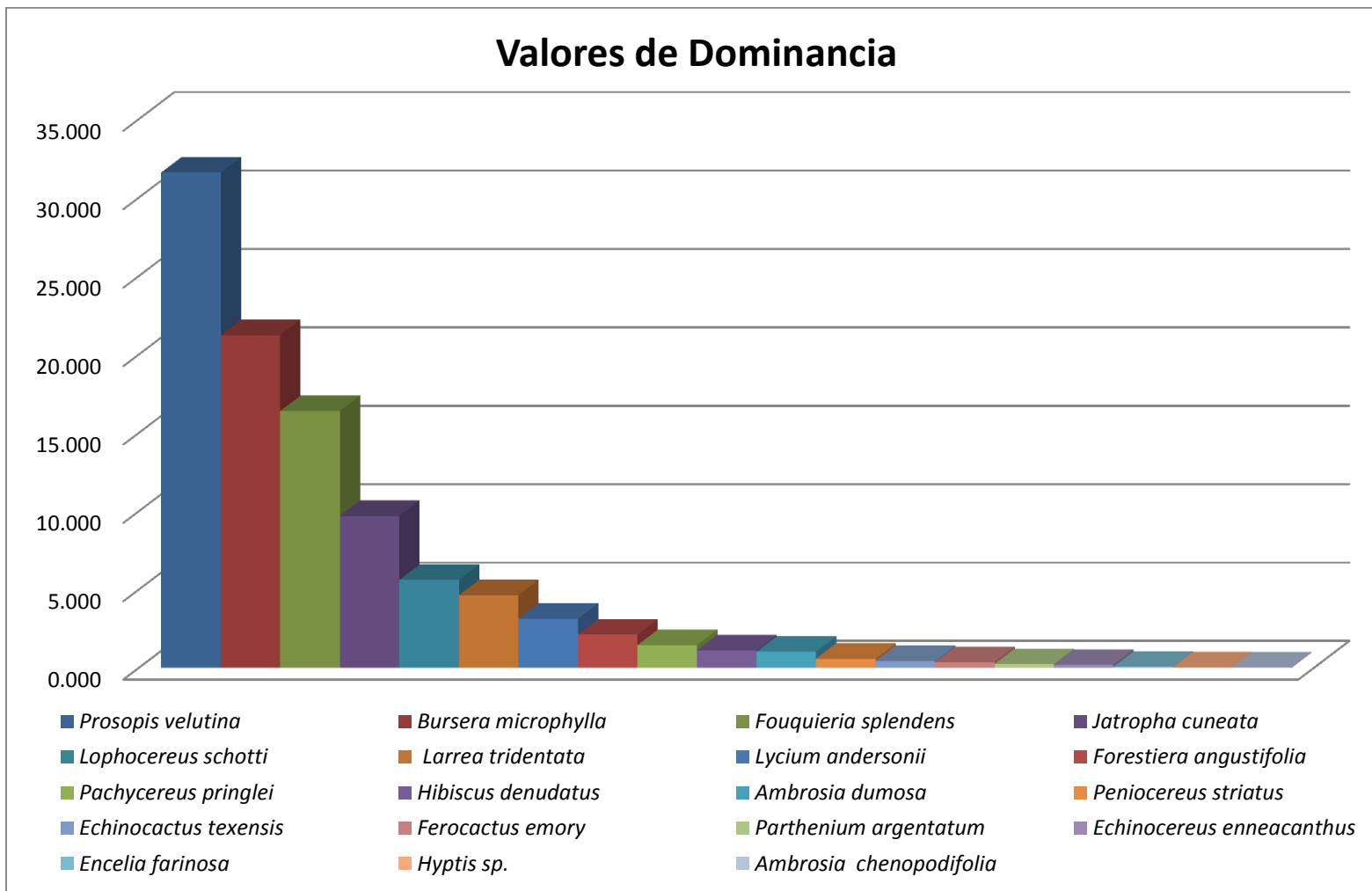


Figura IV. 90. Valores porcentuales de dominancia relativa calculada para el total de especies registradas.

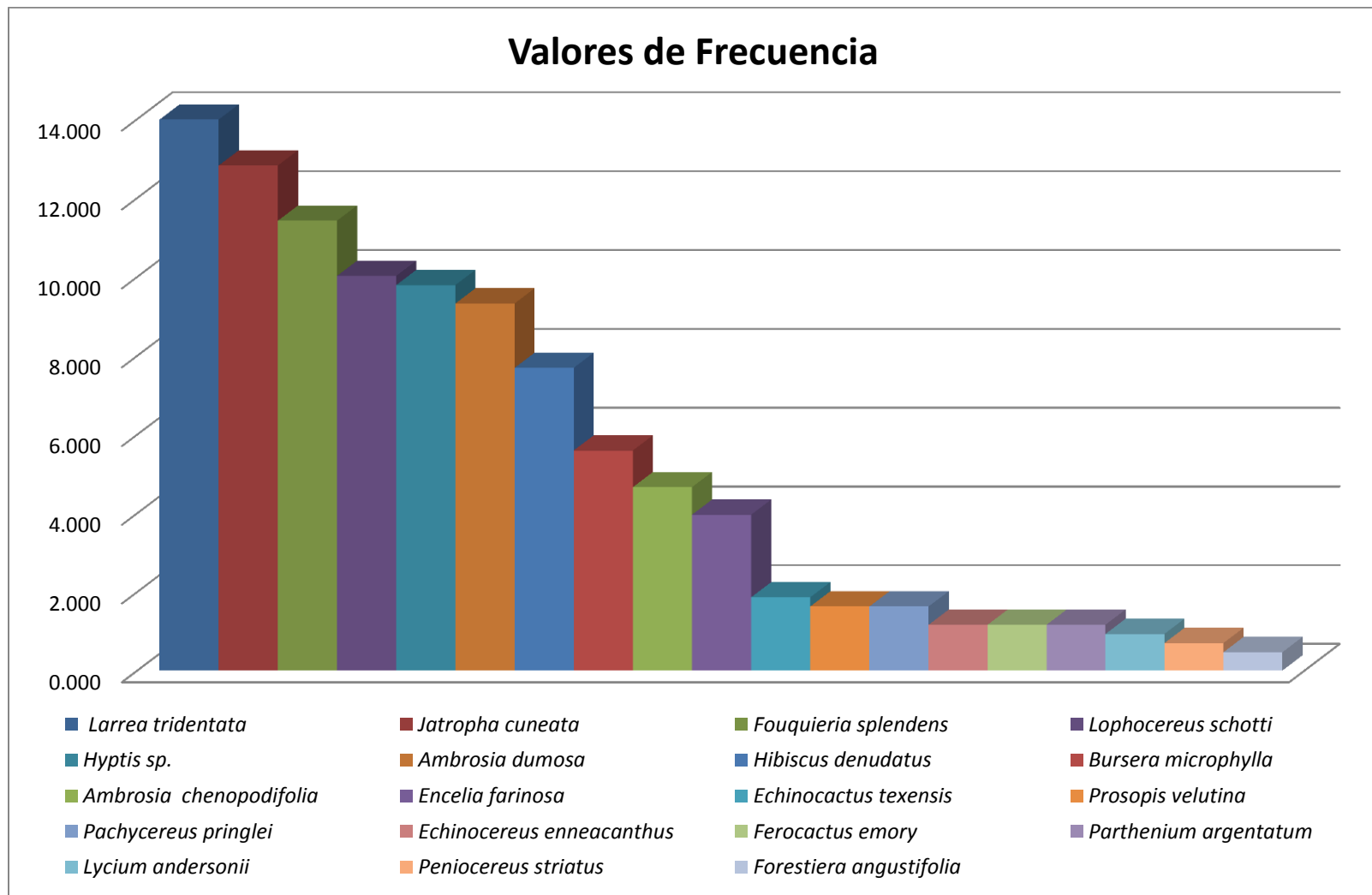


Figura IV. 91. Valores porcentuales de frecuencia relativa calculada para el total de especies registradas.

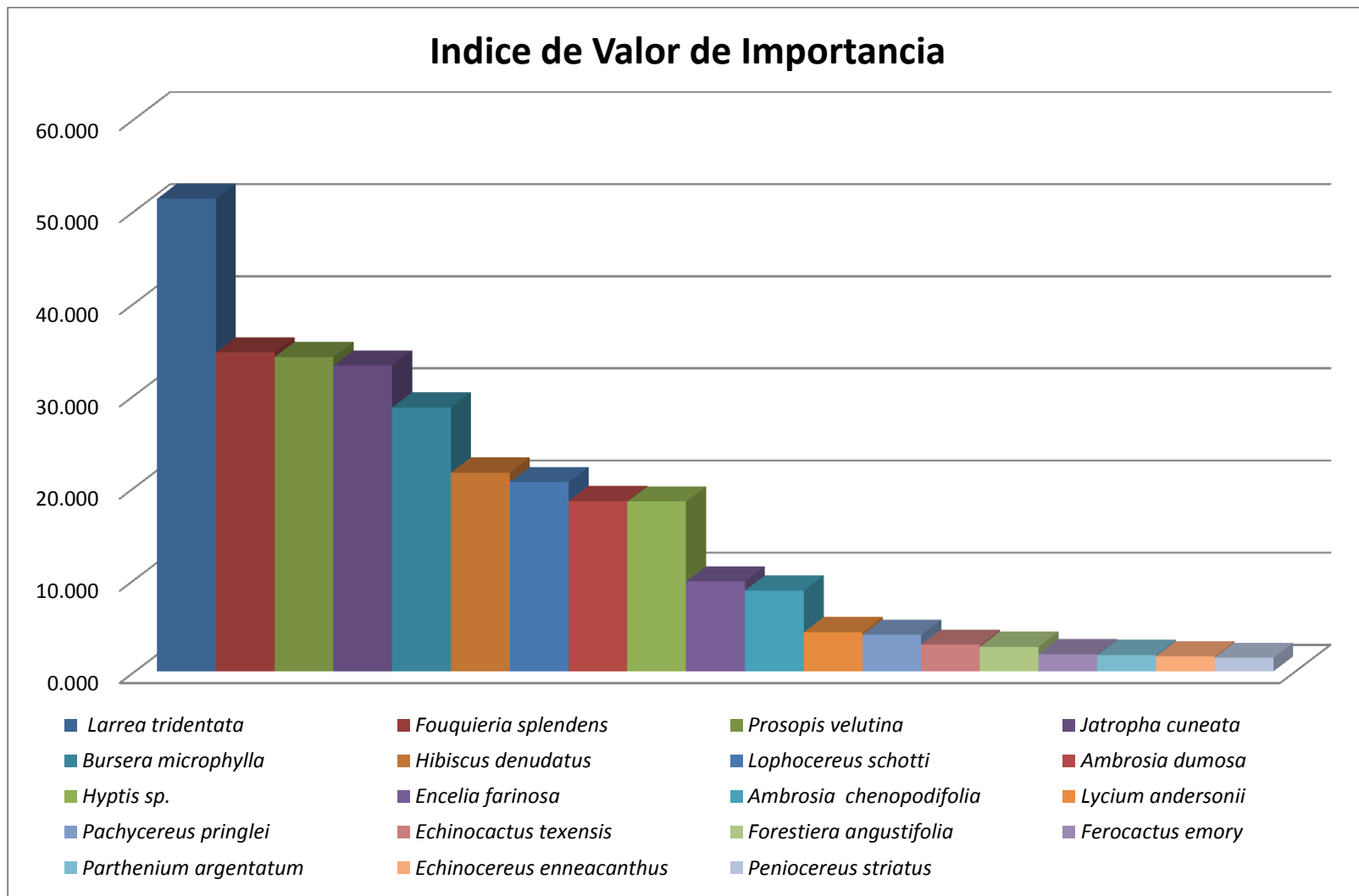


Figura IV. 92. Valor de importancia calculado para el total de especies registradas.

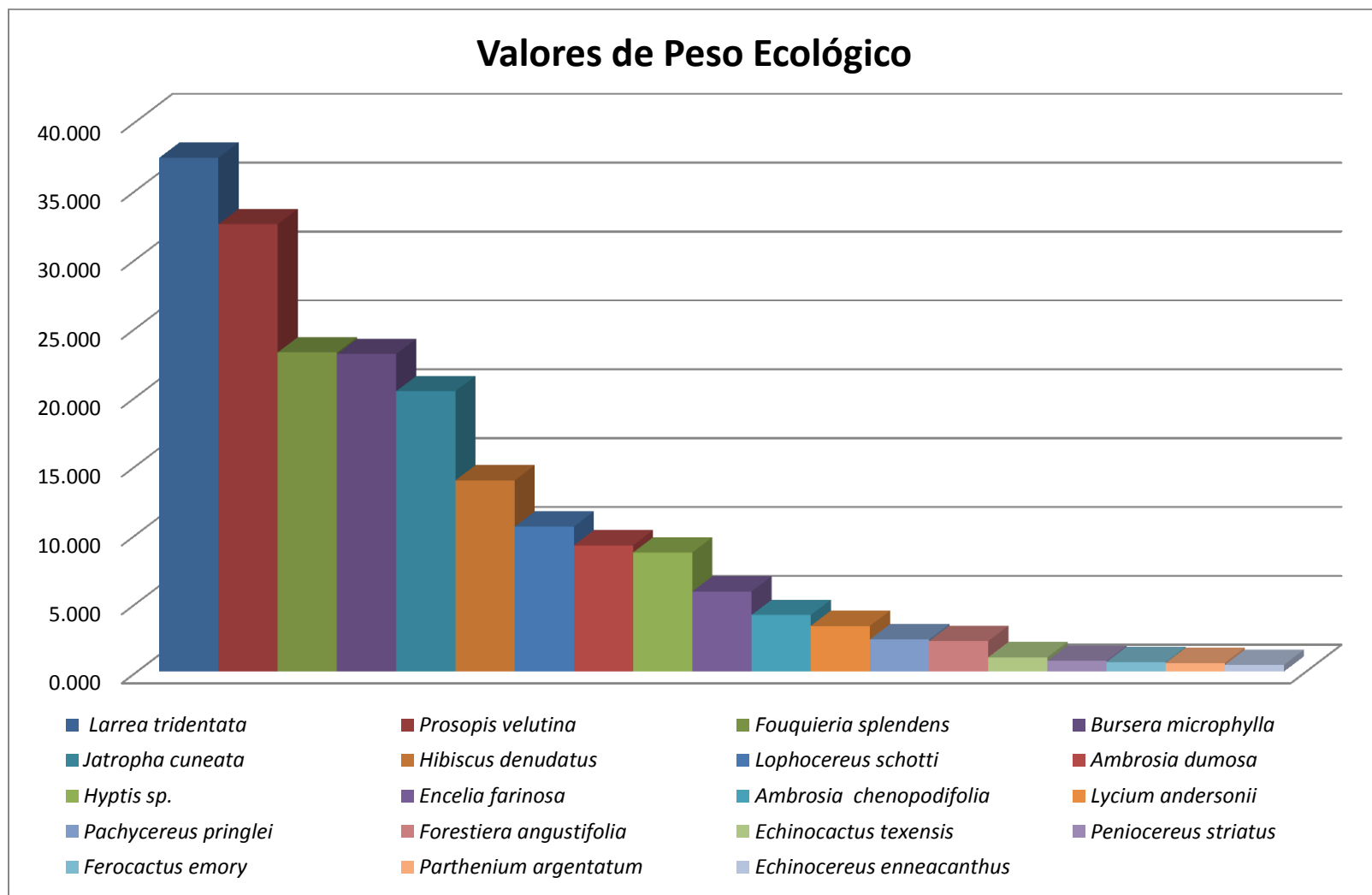
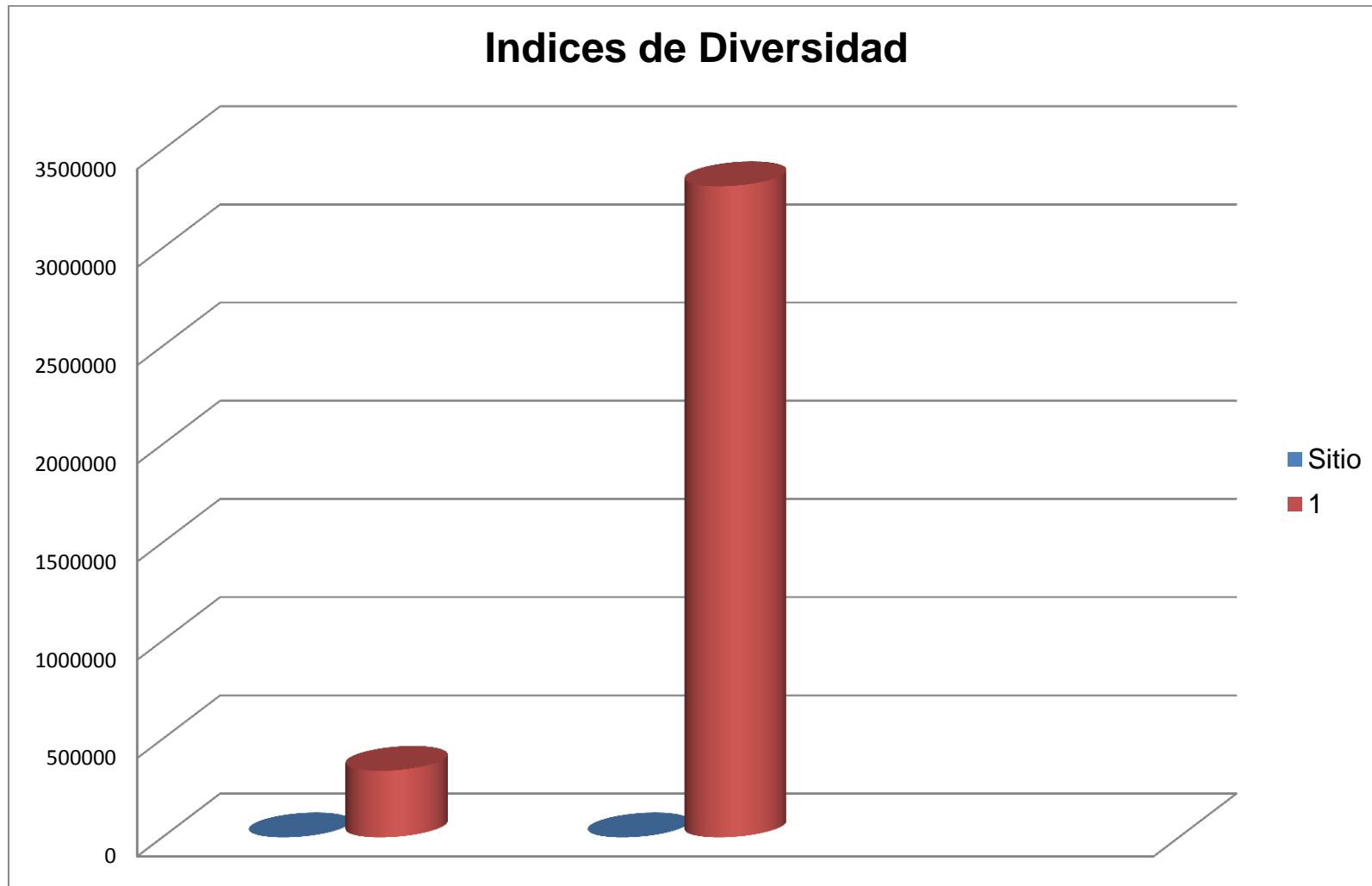


Figura IV. 93. Valores porcentuales de peso ecológico calculados para el total de especies registradas.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

**Tabla IV. 44.** Índices de diversidad estimados para las especies registradas en las unidades de muestreo.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad	
Alicoche	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	6	0.0028	-5.8763	-0.0165	0.0165	0.0055	
Biznaga	<i>Ferocactus emory</i>	7	0.0033	-5.7222	-0.0187	0.0187	0.0063	
Cadillo	<i>Ambrosia dumosa</i>	174	0.0813	-2.5090	-0.2041	0.2041	0.0681	
Cenizillo	<i>Encelia farinosa</i>	123	0.0575	-2.8559	-0.1642	0.1642	0.0548	
Cenizo	<i>Hibiscus denudatus</i>	273	0.1276	-2.0586	-0.2627	0.2627	0.0877	
Chaparro amargoso	<i>Lycium andersonii</i>	4	0.0019	-6.2818	-0.0117	0.0117	0.0039	
Cola de rata	<i>Peniocereus striatus</i>	4	0.0019	-6.2818	-0.0117	0.0117	0.0039	
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	699	0.3268	-1.1184	-0.3655	0.3655	0.1220	
Herbácea	<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	87	0.0407	-3.2022	-0.1302	0.1302	0.0435	
Manca caballo	<i>Echinocactus texensis</i>	13	0.0061	-5.1031	-0.0310	0.0310	0.0104	
Margarita	<i>Hyptis sp.</i>	184	0.0860	-2.4532	-0.2110	0.2110	0.0704	
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	19	0.0089	-4.7237	-0.0420	0.0420	0.0140	
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	145	0.0678	-2.6914	-0.1824	0.1824	0.0609	
Organo	<i>Pachycereus pringlei</i>	19	0.0089	-4.7237	-0.0420	0.0420	0.0140	
Panalero	<i>Forestiera angustifolia</i>	2	0.0009	-6.9749	-0.0065	0.0065	0.0022	
Partenium	<i>Parthenium argentatum</i>	8	0.0037	-5.5887	-0.0209	0.0209	0.0070	
Sangre de drago	<i>Jatropha cuneata</i>	228	0.1066	-2.2387	-0.2386	0.2386	0.0797	
Sinita	<i>Lophocereus schotti</i>	105	0.0491	-3.0141	-0.1480	0.1480	0.0494	
Torote rojo	<i>Bursera microphylla</i>	39	0.0182	-4.0045	-0.0730	0.0730	0.0244	
		6	1			<b>2.18</b>	<b>0.73</b>	
		<b>Índice de diversidad máxima</b>					<b>2.99</b>	



**Figura IV. 94.** Comparativa de Índices estimados para las dos superficies evaluadas.



## FAUNA

Para el caso de la fauna silvestre, previo a los monitoreos en campo se revisó literatura acerca de anfibios, reptiles, aves y mamíferos que potencialmente pudieran distribuirse en la SAR y por ende en el Área donde se pretende establecer el proyecto.

### **Composición de especies.**

El trabajo de campo para la determinación del inventario y descripción de los diferentes grupos de fauna consistió en la aplicación de distintas técnicas para conocer la composición de especies en el ecosistema (de manera paralela a las prácticas de caracterización de la vegetación), mismos que se señalan a continuación.

Los registros obtenidos mediante contacto visual principalmente y en segundo lugar auditivos. Las especies registradas fueron identificadas con la ayuda de binoculares Bushnell y fotografías obtenidas con cámaras digitales Nikon P520, P100 y P510 con acercamientos ópticos de hasta 36X.

La metodología utilizada para los muestreos para cada uno de los grupos de anfibios, reptiles, mamíferos y aves, se adjunta en el Capítulo VIII.

### **Resultados del muestreo en el SAR.**

A continuación se presentan los resultados de los muestreos obtenidos tanto para el SAR como para el Área del proyecto, para cada uno de los grupos de anfibios, reptiles, mamíferos y aves. En dichas tablas se presenta el nombre científico, nombre común, número de individuos, densidad relativa, estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 e índices de biodiversidad (Shannon, equidad y diversidad máxima).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

Resultados del SAR.

**Tabla IV. 45.** Reptiles identificados en el SAR, así como el número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon-Wiener.

REPTILES											
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equidad
Squamata	Teiidae	<i>Aspiloscelis tigris</i>	Lagartija cola de látigo tigre	18	46.15	NI	0.46	-0.77	-0.36	0.36	0.26
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Lagartija cola de cebra	2	5.13	Amenazada	0.05	-2.97	-0.15	0.15	0.11
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma platyrhinos</i>	Camaleón cornudo del desierto	3	7.69	NI	0.08	-2.56	-0.20	0.20	0.14
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija costado manchado	16	41.03	Amenazada	0.41	-0.89	-0.37	0.37	0.26
				<b>39</b>	<b>100.00</b>		1.00	-7.20	-1.07	<b>1.07</b>	<b>0.77</b>
									<b>1.39</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

**Tabla IV. 46.** Mamíferos identificados en el SAR, así como el número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon-Wiener.

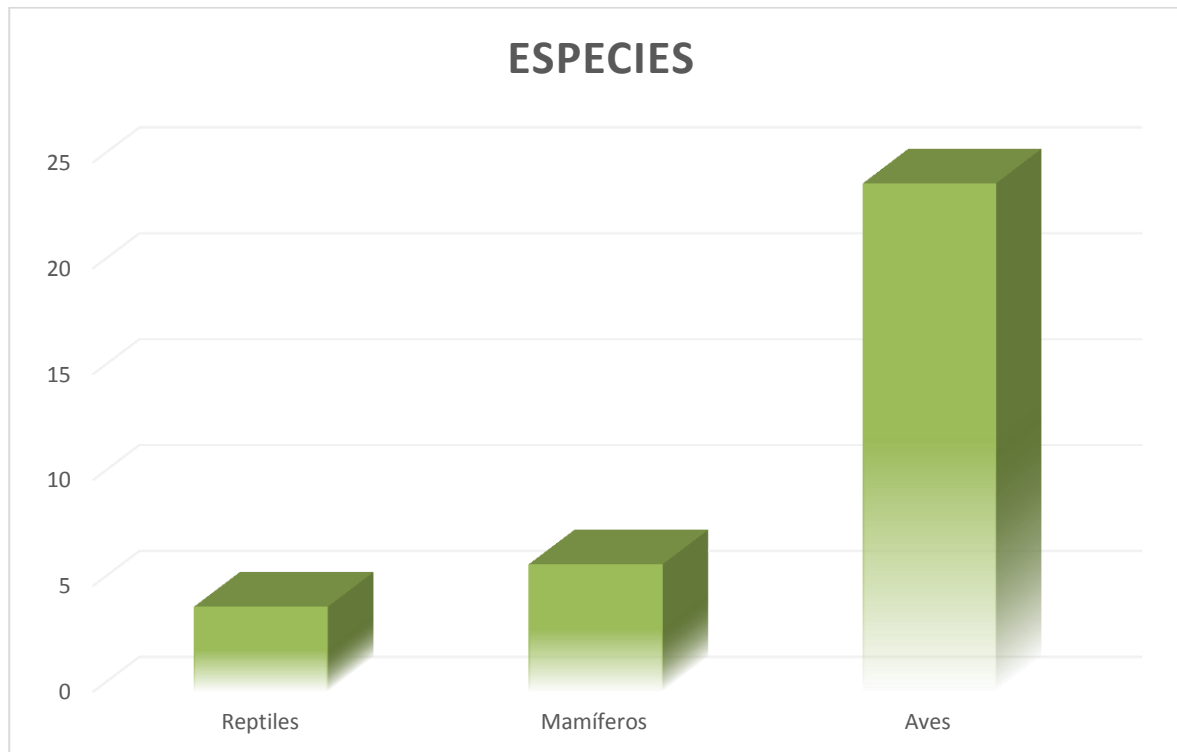
MAMÍFEROS											
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equidad
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	4.23	NI	0.04	-3.16	-0.13	0.13	0.07
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merreami</i>	Rata canguro de Merriam	11	15.49	NI	0.15	-1.86	-0.29	0.29	0.16
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre	7	9.86	NI	0.10	-2.32	-0.23	0.23	0.13
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Juancito	34	47.89	NI	0.48	-0.74	-0.35	0.35	0.20
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo	15	21.13	NI	0.21	-1.55	-0.33	0.33	0.18
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	1.41	NI	0.01	-4.26	-0.06	0.06	0.03
				<b>71</b>	<b>100</b>		1.00	13.90	-1.39	<b>1.39</b>	<b>0.77</b>
									<b>1.79</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

**Tabla IV. 47.** Aves identificadas en el SAR, así como el número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon-Wiener.

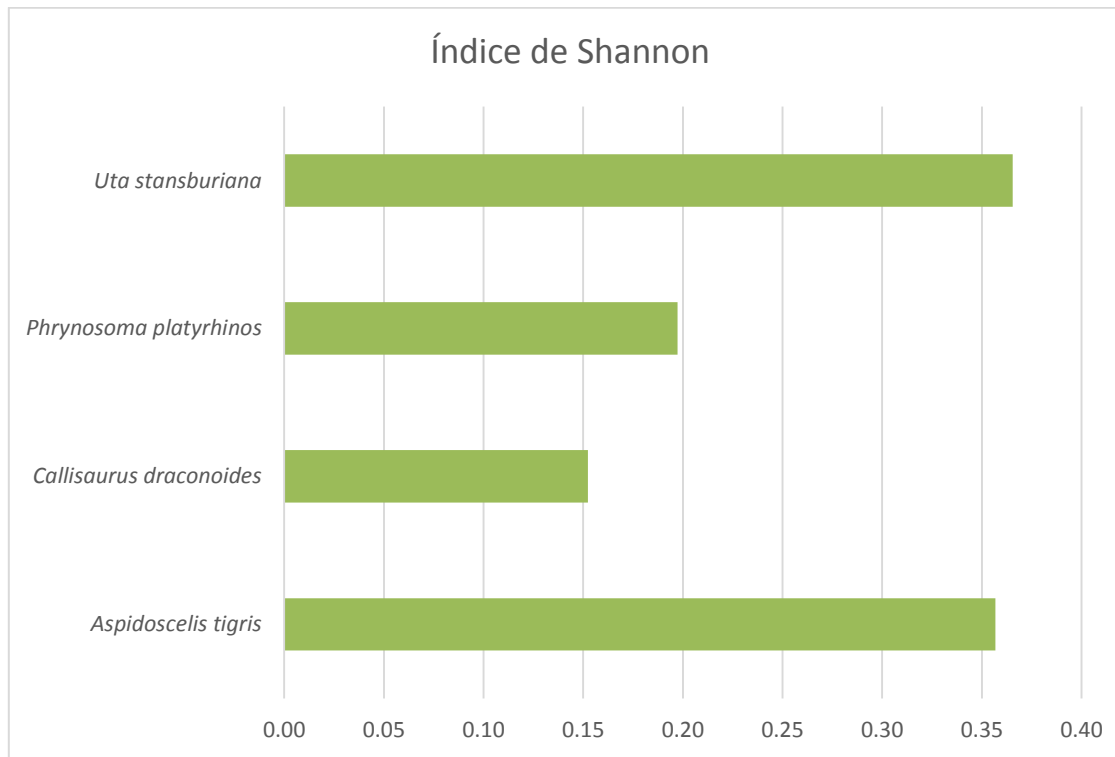
AVES											
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equidad
Passeriformes	Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	15	5.08	NI	0.05	-2.98	-0.15	0.15	0.05
Passeriformes	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	11	3.73	NI	0.04	-3.29	-0.12	0.12	0.04
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	2	0.68	NI	0.01	-4.99	-0.03	0.03	0.01
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	1	0.34	<b>Sujeta a protección especial</b>	0.00	-5.69	-0.02	0.02	0.01
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz de california	21	7.12	NI	0.07	-2.64	-0.19	0.19	0.06
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	7	2.37	NI	0.02	-3.74	-0.09	0.09	0.03
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara	7	2.37	NI	0.02	-3.74	-0.09	0.09	0.03
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura común	17	5.76	NI	0.06	-2.85	-0.16	0.16	0.05
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtolita cola larga	34	11.53	NI	0.12	-2.16	-0.25	0.25	0.08
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	11	3.73	NI	0.04	-3.29	-0.12	0.12	0.04
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	5	1.69	NI	0.02	-4.08	-0.07	0.07	0.02
Falconidae	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	5	1.69	NI	0.02	-4.08	-0.07	0.07	0.02
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	3	1.02	NI	0.01	-4.59	-0.05	0.05	0.01
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	3	1.02	NI	0.01	-4.59	-0.05	0.05	0.01
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus heermanni</i>	Gaviota ploma	18	6.10	<b>Sujeta a protección especial</b>	0.06	-2.80	-0.17	0.17	0.05
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero de Gila	11	3.73	NI	0.04	-3.29	-0.12	0.12	0.04
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	6	2.03	NI	0.02	-3.90	-0.08	0.08	0.02
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	16	5.42	<b>Pr</b>	0.05	-2.91	-0.16	0.16	0.05
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	8	2.71	NI	0.03	-3.61	-0.10	0.10	0.03
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita grisilla	3	1.02	NI	0.01	-4.59	-0.05	0.05	0.01
Passeriformes	Emberizidae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Urraco o zanate	15	5.08	NI	0.05	-2.98	-0.15	0.15	0.05
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	25	8.47	NI	0.08	-2.47	-0.21	0.21	0.07
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	27	9.15	NI	0.09	-2.39	-0.22	0.22	0.07
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	24	8.14	NI	0.08	-2.51	-0.20	0.20	0.06
				<b>295</b>	<b>100.00</b>		1.00	-84.1	-2.92	<b>2.92</b>	<b>0.92</b>
									<b>3.18</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

En resumen se presentaron el siguiente número de especies por grupo de fauna en el SAR (véase la siguiente figura):



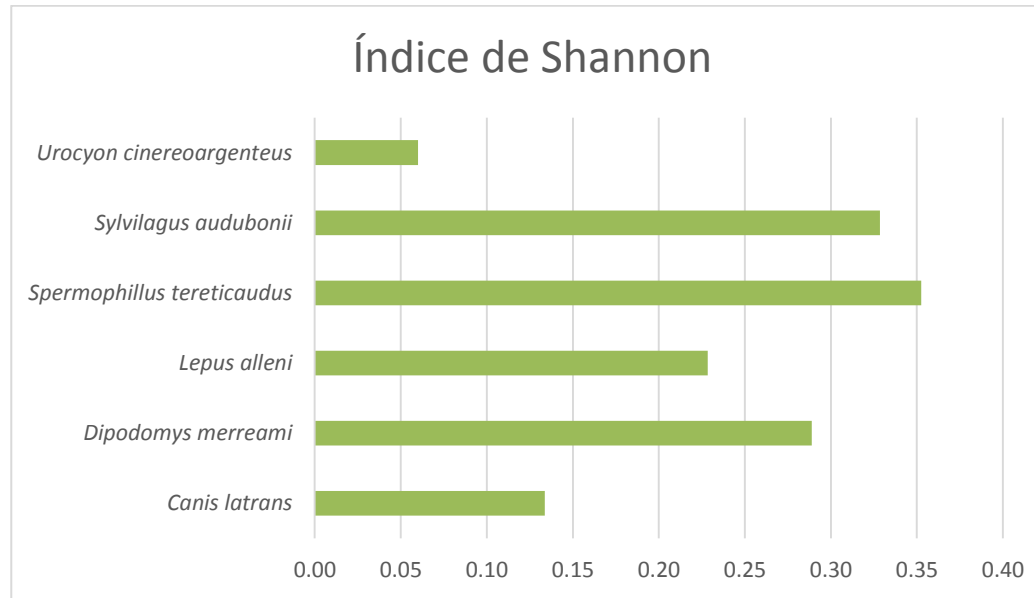
**Figura IV. 95.** Número de especies identificadas en los muestreos realizados por clase animal.

Se pueden observar las especies con los valores más altos en cuanto al Índice de diversidad de Shannon se refiere. En los reptiles, las especies *Uta stansburiana* y *Aspidoscelis tigris* resultaron ser las especies con una mayor representatividad en el Área del proyecto. (véase la siguiente figura).



**Figura IV. 96.** Índice de Shannon por especie de reptiles con distribución en el Área del proyecto.

Se pueden observar las especies con los valores más altos en cuanto al Índice de diversidad de Shannon se refiere. En los mamíferos, las especies de la familia Sciuridae: *Spermophilus tereticaudus* y *Sylvilagus audubonii* resultaron ser las especies con una mayor representatividad en el área del proyecto. (véase la siguiente figura).



**Figura IV. 97.** Índice de Shannon por especie de mamíferos con distribución en el Área del proyecto.

Así mismo, se pueden observar las especies con los valores más altos en cuanto al Índice de diversidad de Shannon se refiere. En las aves, la especie de la familia Columbidae, *Columbina inca* y *Zenaida asiatica* resultaron ser las especies con una mayor representatividad en el Área del proyecto. (Véase la siguiente figura).

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

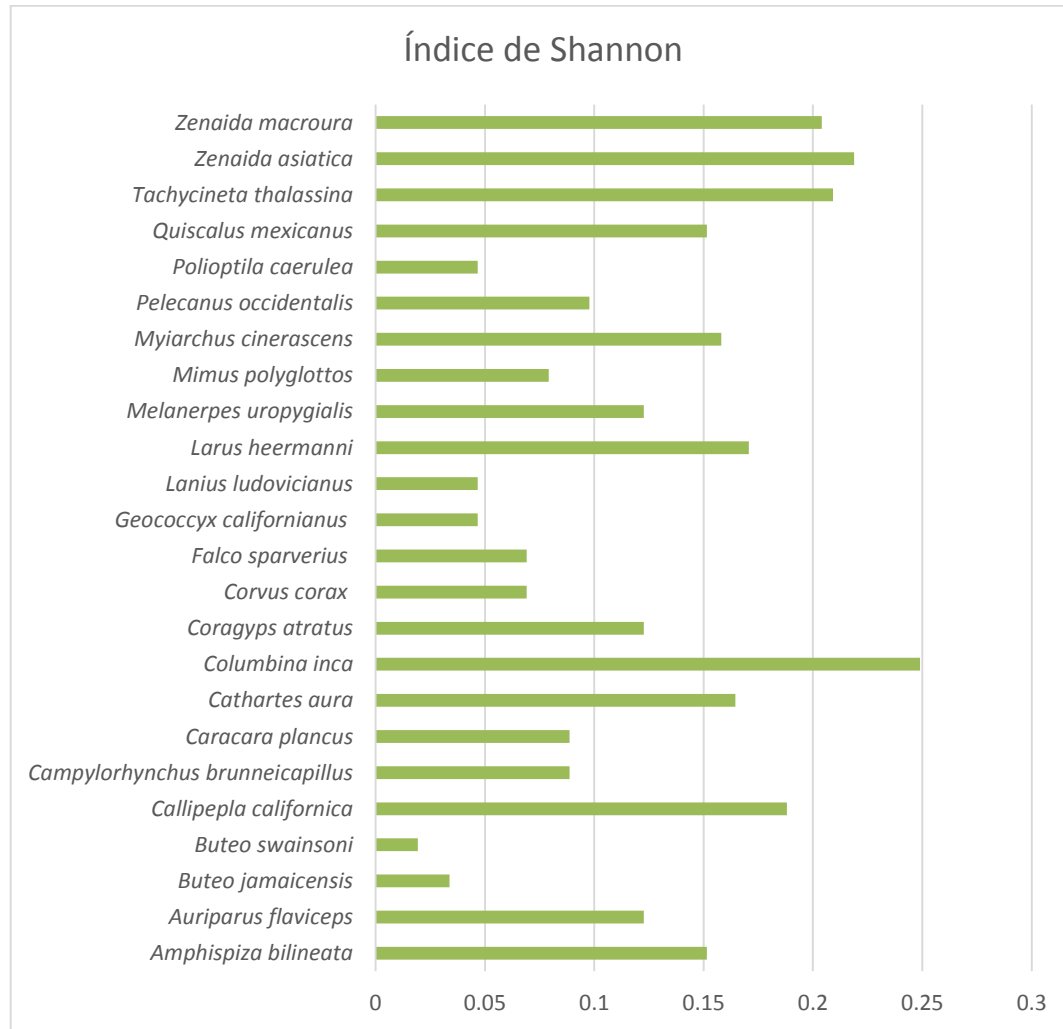


Figura IV. 98. Índice de Shannon por especie de aves con distribución en el Área del proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

Resultados del Área del proyecto.

**Tabla IV. 48.** Reptiles identificados en el Área del proyecto, número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon-Wiener.

REPTILES												
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equidad	
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Lagartija cola de látigo tigre	14	45.16	NI	0.45	-0.79	-0.36	0.36	0.33	
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Lagartija cola de cebra	2	6.45	Amenazada	0.06	-2.74	-0.18	0.18	0.16	
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija costado manchado	15	48.39	Amenazada	0.48	-0.73	-0.35	0.35	0.32	
				<b>31</b>	<b>100.00</b>		1.00	-4.26	-0.89	<b>0.89</b>	<b>0.81</b>	
									<b>1.10</b>	<b>Diversidad Máxima</b>		

**Tabla IV. 49.** Mamíferos identificados en el Área del proyecto, número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon-Wiener.

MAMÍFEROS												
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equidad	
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merreami</i>	Rata canguro de Merriam	7	14.58	NI	0.15	-1.93	-0.28	0.28	0.20	
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre	7	14.58	NI	0.15	-1.93	-0.28	0.28	0.20	
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Juancito	21	43.75	NI	0.44	-0.83	-0.36	0.36	0.26	
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Conejo	13	27.08	NI	0.27	-1.31	-0.35	0.35	0.26	
				<b>48</b>	<b>100</b>		1.00	-5.98	-1.28	<b>1.28</b>	<b>0.81</b>	
									<b>1.39</b>	<b>Diversidad Máxima</b>		

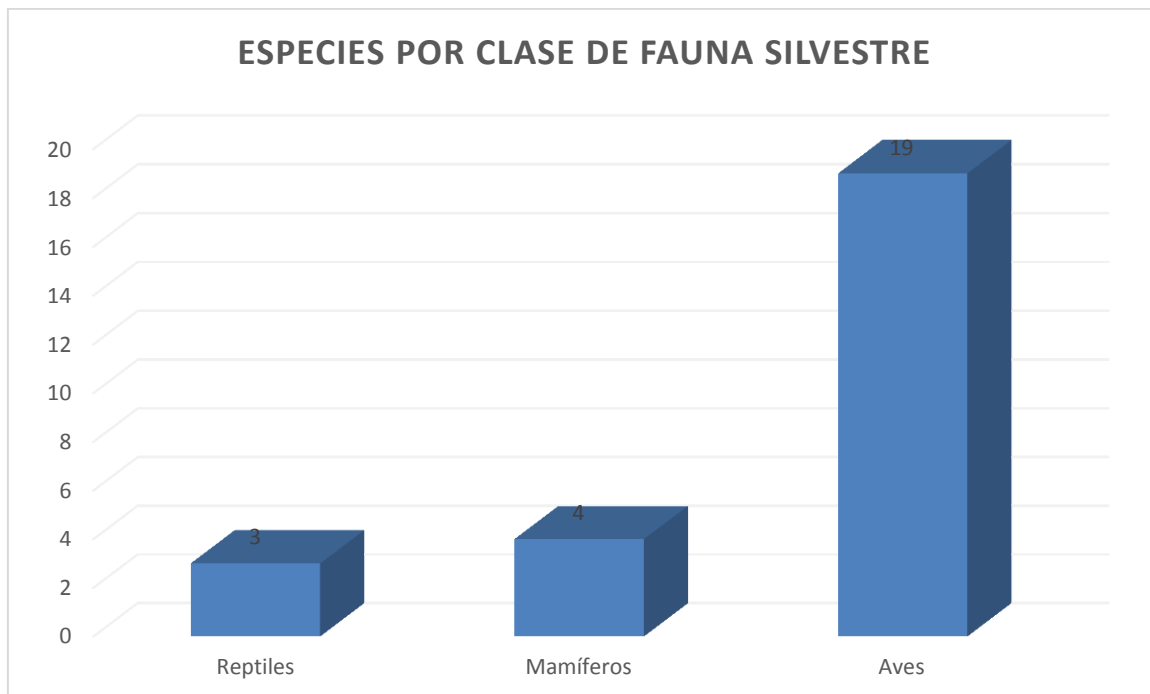


Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

**Tabla IV. 50.** Aves identificadas en la superficie de Área del proyecto, número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon Wiener.

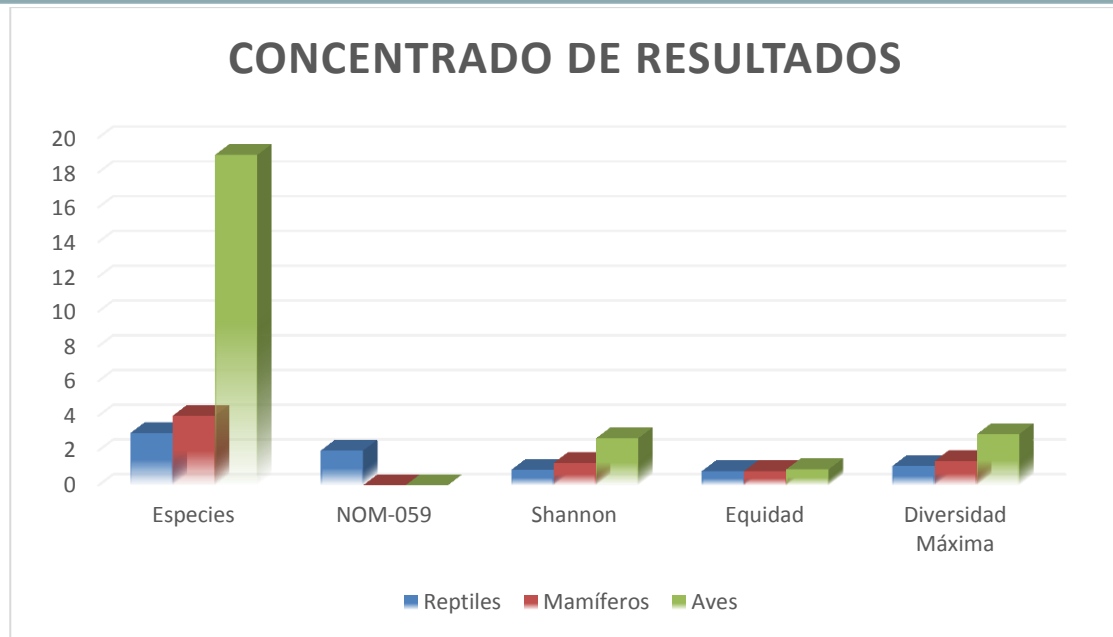
AVES											
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	Pi)(LN Pi)	Shannon	Equidad
Passeriformes	Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	16	10.13	NI	0.10	-2.29	-0.23	0.23	0.08
Passeriformes	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	10	6.33	NI	0.06	-2.76	-0.17	0.17	0.06
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	1	0.63	NI	0.01	-5.06	-0.03	0.03	0.01
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz de california	19	12.03	NI	0.12	-2.12	-0.25	0.25	0.09
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	5	3.16	NI	0.03	-3.45	-0.11	0.11	0.04
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara	3	1.90	NI	0.02	-3.96	-0.08	0.08	0.03
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura común	11	6.96	NI	0.07	-2.66	-0.19	0.19	0.06
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	5	3.16	NI	0.03	-3.45	-0.11	0.11	0.04
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	7	4.43	NI	0.04	-3.12	-0.14	0.14	0.05
Falconidae	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	3	1.90	NI	0.02	-3.96	-0.08	0.08	0.03
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	4	2.53	NI	0.03	-3.68	-0.09	0.09	0.03
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	2	1.27	NI	0.01	-4.37	-0.06	0.06	0.02
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero de Gila	9	5.70	NI	0.06	-2.87	-0.16	0.16	0.06
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	4	2.53	NI	0.03	-3.68	-0.09	0.09	0.03
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	11	6.96	NI	0.07	-2.66	-0.19	0.19	0.06
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita grisilla	2	1.27	NI	0.01	-4.37	-0.06	0.06	0.02
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	9	5.70	NI	0.06	-2.87	-0.16	0.16	0.06
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	18	11.39	NI	0.11	-2.17	-0.25	0.25	0.08
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huiyota	19	12.03	NI	0.12	-2.12	-0.25	0.25	0.09
				<b>158</b>	<b>100.00</b>		1.00	-61.62	-2.70	<b>2.70</b>	<b>0.92</b>
									<b>2.94</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

En el Área del proyecto, se registraron 53 especies de fauna silvestre, repartidos por clase de la siguiente manera: dos anfibios, cinco reptiles, ocho mamíferos y 38 aves (véase la siguiente figura).



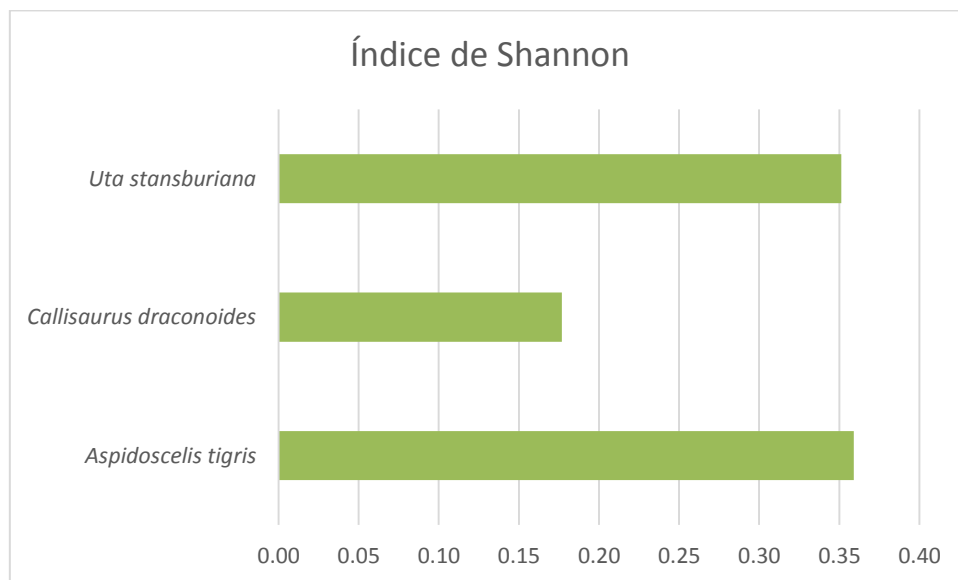
**Figura IV. 99.** Número de especies identificadas en los muestreos realizados por clase animal en el Área del proyecto.

Se presentan los resultados finales obtenidos, donde se observa en ella que el mayor número de especies observadas corresponde claramente al grupo de las aves y por ende los índices de diversidad de Shannon y Máxima son los valores más altos. (Véase la siguiente figura)



**Figura IV. 100.** Concentrado de los resultados obtenidos en los muestreos de fauna silvestre en el Área del proyecto.

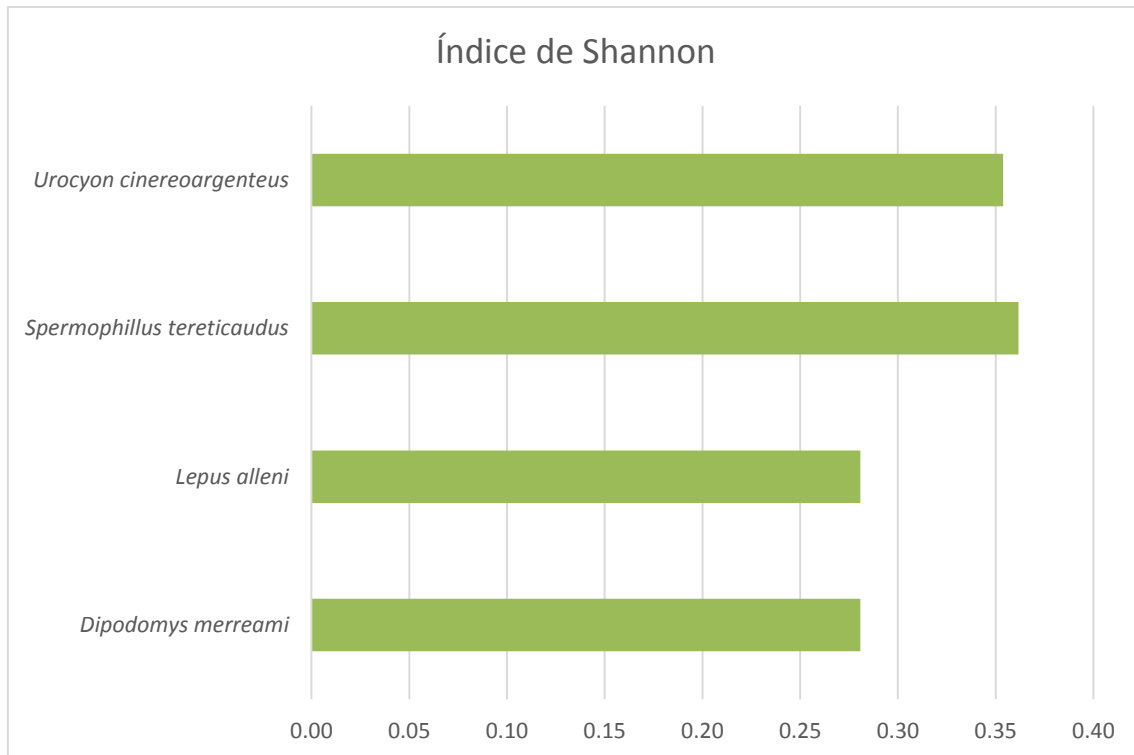
A continuación se pueden observar las especies con los valores más altos en cuanto al Índice de diversidad de Shannon se refiere. En los reptiles, las especies *Aspidoscelis tigris* y *Uta stansburiana* resultaron ser las especies con una mayor representatividad en el Área del proyecto. (Véase la siguiente figura).



**Figura IV. 101.** Índice de Shannon por especie de reptiles con distribución en el Área del proyecto.

Se pueden observar las especies con los valores más altos en cuanto al Índice de diversidad de Shannon se refiere. En los mamíferos, las especies de la familia Sciuridae:

*Spermophilus tereticaudus* y *Urocyon cinereoargenteus* resultaron ser las especies con una mayor representatividad en el Área del proyecto. (Ver siguiente figura).



**Figura IV. 102.** Índice de Shannon por especie de mamíferos con distribución en el Área del proyecto.

Asimismo, se pueden observar las especies con los valores más altos en cuanto al Índice de diversidad de Shannon se refiere. En las aves, las especies *Zenaida macroura*, *Zenaida asiatica* y *Callipepla californica* resultaron ser las especies con una mayor representatividad en el Área del proyecto. (Véase la siguiente figura).

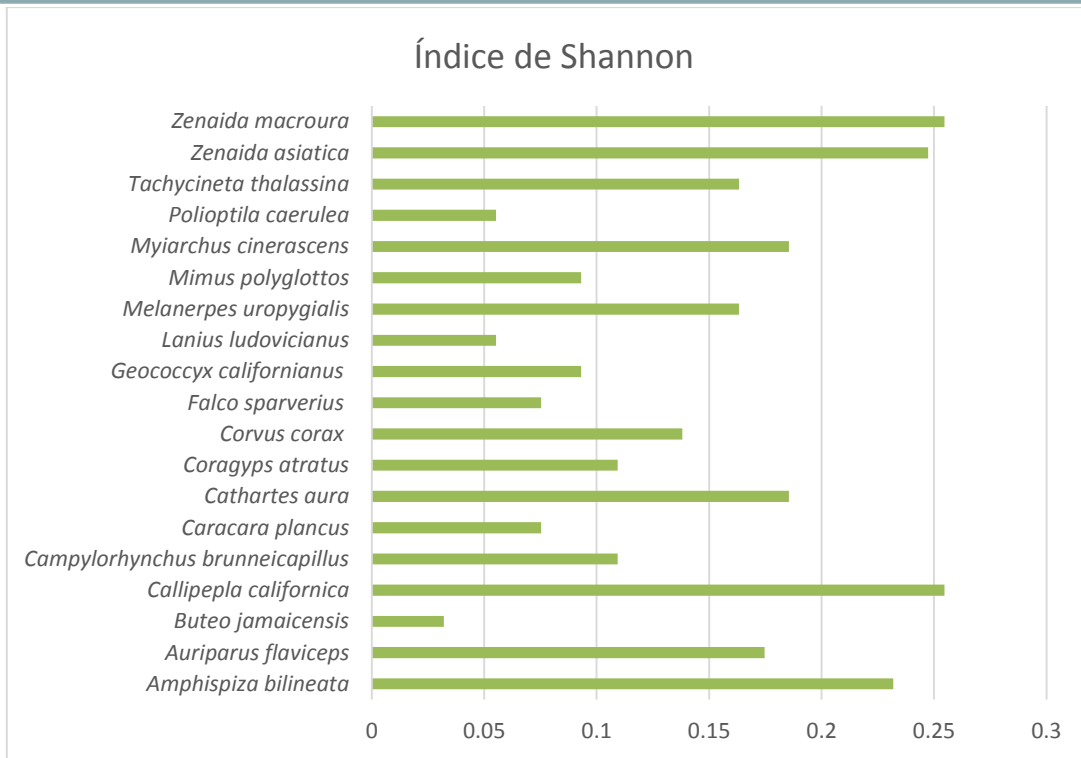


Figura IV. 103. Índice de Shannon por especie de aves con distribución en el Área del proyecto.

#### Análisis comparativo entre al Área del proyecto y SAR.

Con los datos obtenidos en los muestreos de fauna silvestre efectuados tanto para el Área del proyecto y SAR, se puede observar que dichos resultados son muy similares, solamente ligeramente superior en el SAR. A continuación se muestran dichos resultados obtenidos tanto en tablas como gráficamente para una mejor observación.

Tabla IV. 51. Comparativa de los valores obtenidos para el índice de *Shannon-Wiener*

	Reptiles	Mamíferos	Aves
Área del proyecto	0.89	1.28	2.7
SAR	1.07	1.39	2.92

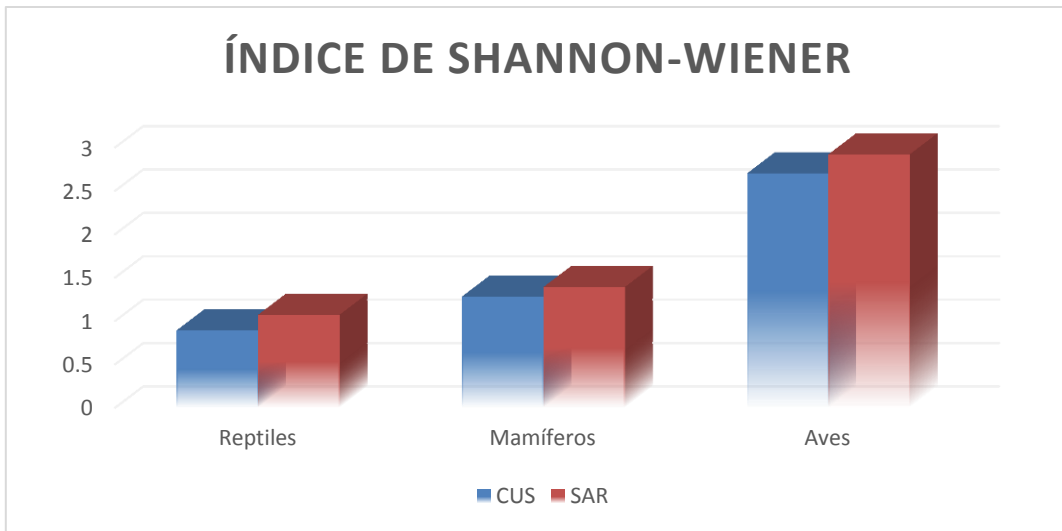
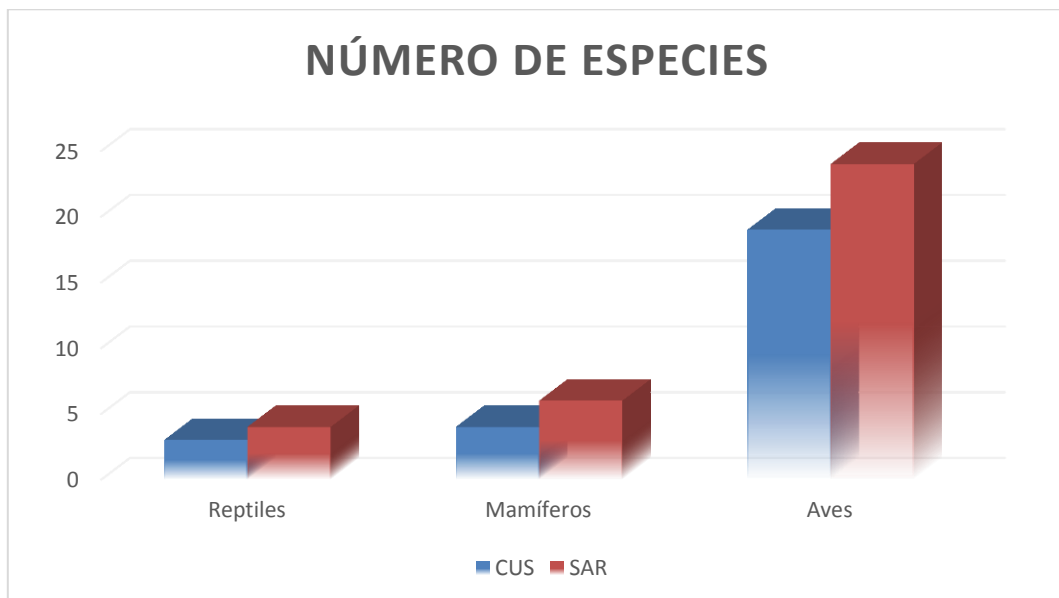


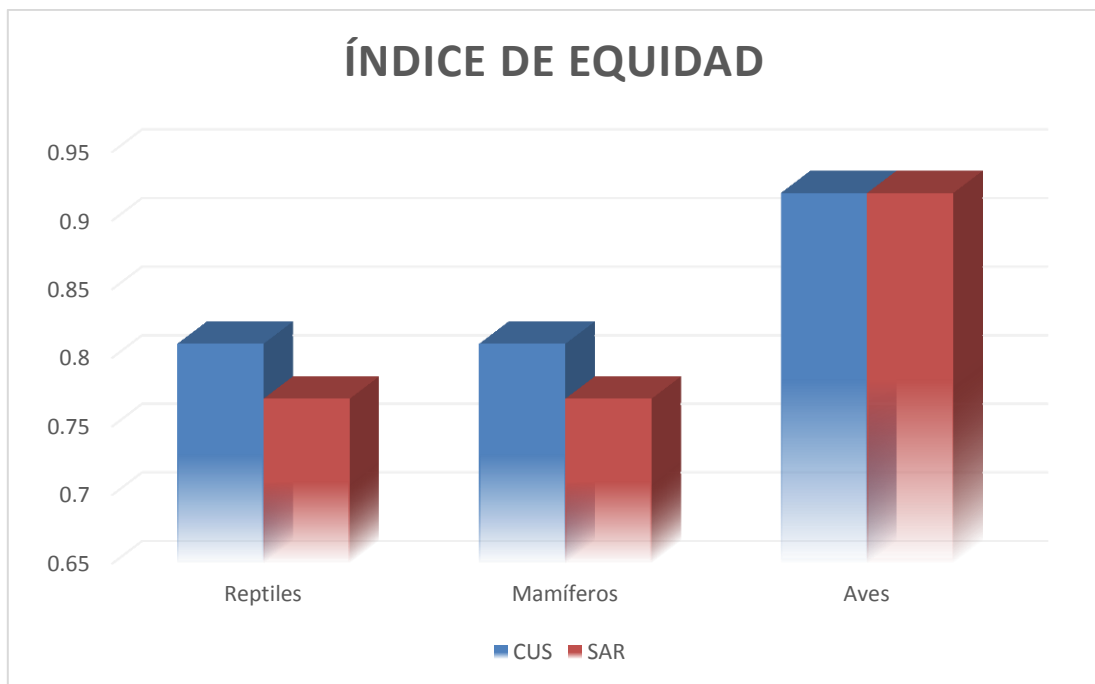
Tabla IV. 52. Comparativa de los valores obtenidos para el número de especies identificadas

	Reptiles	Mamíferos	Aves
Área del proyecto	3	4	19
SAR	4	6	24



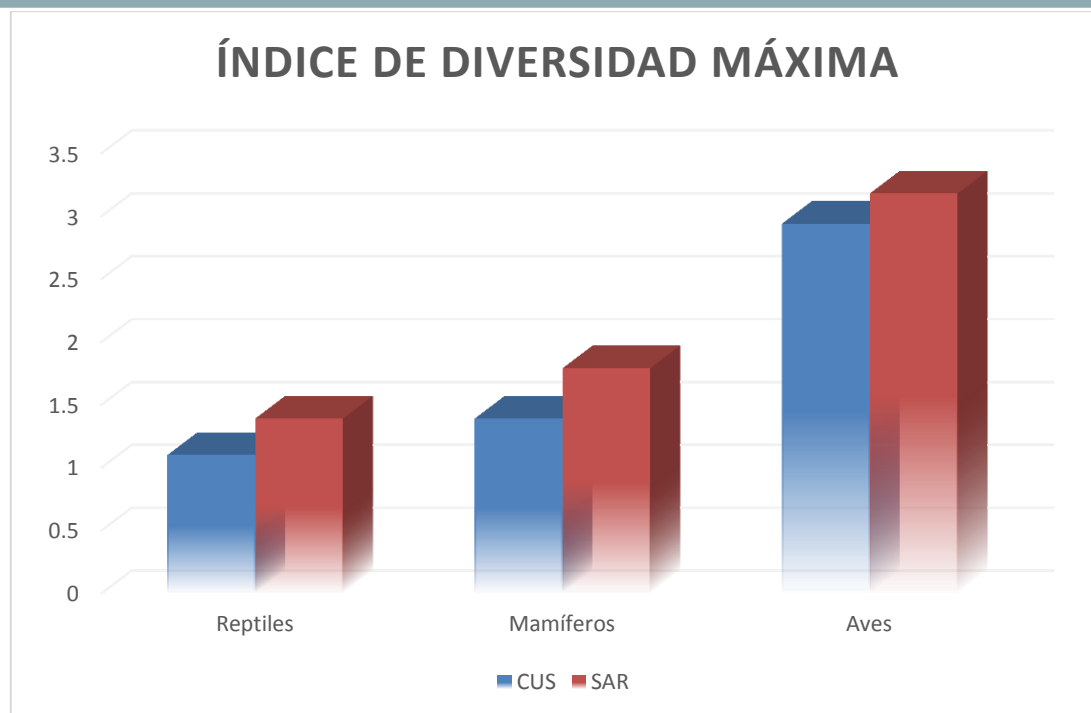
**Tabla IV. 53. Comparativa de los valores obtenidos para el índice de Equidad**

	Reptiles	Mamíferos	Aves
Área del proyecto	0.81	0.81	0.92
SAR	0.77	0.77	0.92



**Tabla IV. 54. Comparativa de los valores obtenidos para el índice de Diversidad Máxima**

	Reptiles	Mamíferos	Aves
Área del proyecto	1.1	1.39	2.94
SAR	1.39	1.79	3.18



El índice de Shannon tiene como valores de referencia a 5 para alta diversidad y 1 para baja diversidad. De esta manera, con los resultados obtenidos, se observa que a excepción del grupo de las aves que se encuentra en una diversidad media, el resto de los grupos o clases de fauna silvestre cuenta con una diversidad baja y los valores del SAR se encuentran arriba de los del Área del proyecto por lo que no se estima se vea comprometida la biodiversidad por la ejecución del proyecto en comento.

#### **Especies de fauna silvestre endémica y/o en peligro de extinción.**

En el SAR se identificaron cuatro especies de fauna silvestre listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y son las siguientes:

**Tabla IV. 55.** Especies identificadas en los muestreos del SAR y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles	<i>Callisaurus draconoides</i>	Lagartija cola de cebra	Amenazada
	<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija costado manchado	Amenazada
Aves	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguiluilla de Swainson	Sujeta a protección especial
	<i>Larus heermanni</i>	Gaviota ploma	Sujeta a protección especial

En el Área del proyecto, se documentaron dos especies de reptiles listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dichas especies son:



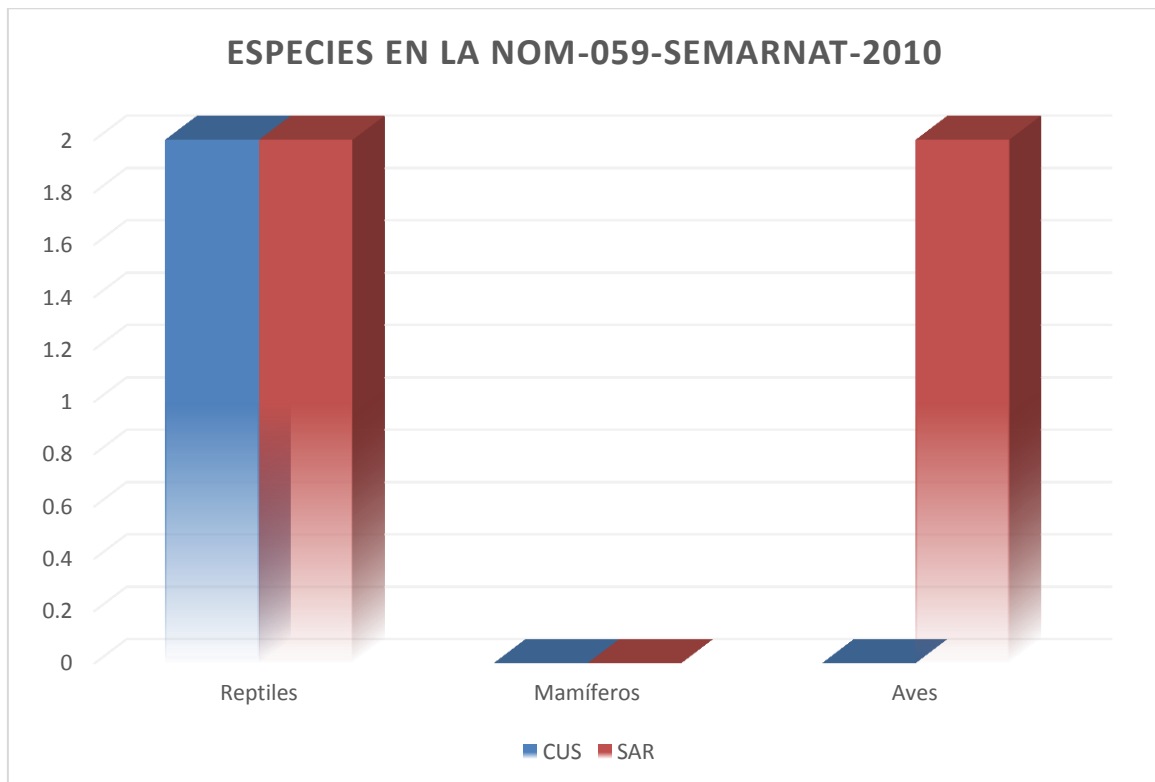
Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

**Tabla IV. 56.** Especies identificadas en los muestreos del Área del proyecto y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Grupo	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles	<i>Callisaurus draconoides</i>	Lagartija cola de cebra	Amenazada
	<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija costado	Amenazada

**Tabla IV. 57.** Comparativa de los valores obtenidos para el número de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

	Reptiles	Mamíferos	Aves
Área del proyecto	2	0	0
SAR	2	0	2



Por lo anterior, no existen diferencias significativas en ambos muestreo. Sin embargo, debido a que los resultados del muestreo realizado no pueden descartar la presencia de otras especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, a que la literatura existente para la zona cita la presencia de otras especies de fauna silvestre con distribución en el SAR donde se localiza el proyecto y a que la planeación del proyecto contempla disminuir al mínimo la pérdida de especies en riesgo, se recomendará la

ejecución de un Programa de ahuyentamiento de especies de fauna silvestre, a fin de proteger cualquier individuo que pudiera observarse en la superficie del proyecto de manera previa y durante las labores de preparación del sitio y construcción.

#### **IV.3.1.3. Medio Socioeconómico.**

##### **Demografía**

El municipio de Pitiquito tiene una población de 9,468 habitantes divididos en 4,936 hombres y 4,532 mujeres (INEGI 2010). Según el último registro de nacimientos de INEGI en el 2012 el número de nacimientos fue de 196 bebés, siendo 103 mujeres y 93 hombres, a su vez el total de defunciones fue de 75 personas, divididos en 29 mujeres y 46 hombres. Ahora bien, Puerto Libertad donde se localiza el predio para llevar a cabo el Proyecto Solar Fields tiene una población de 2,782; divididos en 1,488 hombres y 1,294 mujeres hasta el 2005 (INEGI, 2005).

Podemos observar que la población de Puerto Libertad es sumamente pequeña aunque éste número de población llegó a crecer un poco más por la implementación de la planta termoeléctrica de CFE, la cual necesitaba personal para su construcción y manejo de la misma. Asumimos que el proyecto tendrá un efecto similar, ocasionando incremento de la población ya sea de inmigrantes del resto del país o del mismo Estado hacia Puerto Libertad.

##### **Actividades Económicas**

El municipio de Pitiquito tiene diversidad de actividades económicas, de la agricultura se obtiene trigo, cártamo, ajonjolí, frijol, sorgo, vid, maíz, espárragos, forrajes, alfalfa, nogal, fruta y legumbres. En la ganadería se cría ganado bovino. La industria produce talabartería, fabricación de chamarras, abrigos. Por otro lado la minería extrae oro, plata, cobre, entre los principales. Se pesca sierra, tiburón, cazón, baqueta y cabrilla. Además hay producción de miel de colmena y por el lado del turismo las playas resultan ser muy atractivas (SAGARPA, 2006).

La principal actividad económica en Puerto Libertad es la planta termoeléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el objetivo de la construcción de la planta fue para abastecer la demanda de energía del Estado, el cual cada diez años duplicaba su requerimiento debido al acelerado crecimiento de la actividad económica, principalmente la minera (Programa municipal Pitiquito, 2004).

La Población Económicamente Activa en Puerto Libertad es de 1,103 divididos en 830 hombres y 273 mujeres, el total de la población económicamente inactiva es de 1,006; siendo 302 hombres y 704 mujeres. La población ocupada es de 1,087; siendo 818

hombres y 269 mujeres. El total de la población desocupada es de 16 personas divididas en 12 hombres y 4 mujeres (ITER, 2005).

## Factores Socioculturales

### Comunidades más cercanas al predio

La siguiente tabla muestra Puerto Libertad y las comunidades más cercanas al predio, con el número de habitantes en algunos casos y la distancia en kilómetros al predio. Es importante mencionar que el proyecto no afectará a ninguna de las comunidades mencionadas más adelante.

**Tabla IV. 58.** Comunidades cercanas al predio, su distancia y número de habitantes

Nombre del lugar	Número de habitantes	Distancia al predio (km)
Puerto Libertad	2950	5.14
Victoria y Libertad	5	10.37
El Caracol	N/d	18.68
Quince de Mayo	1	21.16
El Americano	1	21.16
Pozo Nuevo	1	21.36
La Golondrina	N/d	25.36
El Picú	N/d	26.97
El Carbón	1	28.81
El Desierto	N/d	29.59

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de INEGI 2010.



**Figura IV. 104.** Mapa del SAR, ubicación aproximada del predio del proyecto y las comunidades más cercanas.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de INEGI 2010.

### **Población Indígena**

Dentro de Puerto Libertad a 5.14 kms del predio donde se llevaría a cabo el proyecto se encuentra una comunidad con población indígena de 64 habitantes llamada Seris. Su nombre "Seri" proviene de la lengua yaqui que significa "hombres de la arena" (CDI, 2009). En los poblados Seris las casas habitación están distribuidas en las calles sin pavimentar, donde se carece también de drenaje, luz eléctrica y agua potable (CDI, 2009).

La lengua Seri forma parte de la familia seriyumana, lo que significa que su relación más estrecha y reciente se encuentra con el yumano de la parte norte de la península de California, además, esta lengua contrasta totalmente con la de sus vecinos hablantes de idiomas auto-aztecas. Actualmente la mayoría de la población es bilingüe o trilingüe incluyendo entre estos su lengua, el idioma español e inglés (CDI, 2009).

Los Seris no acostumbran a salir de su territorio en busca de trabajo, y aún dentro de él, difícilmente aceptan contratarse como asalariados; nunca han aceptado la existencia de un patrón, un contrato por horario y la asignación de tareas preestablecidas y definidas por otros. Las actividades económicas que desempeña la comunidad Seri se divide en dos, pesquera y artesanal. Las artesanías consisten en el tallado de madera de palo fierro y la elaboración de collares. La pesca de autoconsumo que se realiza durante todo el año se complementa con la caza y la recolección de otras especies alimenticias, con el fin de mejorar eventualmente la dieta. Sin embargo,

el territorio Seri, actualmente muy rico en recursos pesqueros y con gran potencial turístico, ha sido invadido en algunas partes por población no indígena (CDI, 2009).

Los Seris al no haber sido evangelizados formalmente, carecen de los elementos católicos que se encuentran en otros grupos indígenas. Su interpretación del mundo, sus ritos, sus fiestas y demás manifestaciones culturales tienen un carácter estrechamente relacionado con la naturaleza y con los aspectos biológicos y sociales de la reproducción del grupo. Sus principales ritos están vinculados con el nacimiento, con el inicio de la pubertad y con la muerte. Cabe destacar que en la comunidad Seri no hay ninguna iglesia católica ni sacerdotes de este culto, sólo existen dos templos protestantes. A pesar de todo, mantienen en su lengua y sus prácticas esa matriz cultural que los asocia directamente con la naturaleza (CDI, 2009).

A nivel SAR y del predio del proyecto la presencia de grupos indígenas no es significativa por las condiciones siguientes:

En el área del proyecto los grupos Seris, son los grupos que ocuparon las tierras del desierto y aunque hubieron varios intentos por colonizarlos, no fue posible debido a sus costumbres asociadas a su cultura. La desaparición de este grupo está asociada por su persecución a finales del siglo XIX y principios del XX.

Debido a sus conocimientos en las artes de pesca, comenzaron a tener como elementos esencial de su economía el intercambio comercial. En el año de 1936 el presidente Lázaro Cárdenas promovió su organización en cooperativas de pescadores, les proporcionó el equipo necesario y los concentró en el poblado de Bahía Kino. Con el aumento de población no nativa, el grupo Seri se fue desplazando hacia Desemboque. Sin embargo fue hasta el año de 1970 cuando fue reconocido su territorio mediante la dotación de una franja costera y en 1975, declara el canal de Infiernillo como zona de pesca exclusiva Seri y se les otorgó simbólicamente como posesión comunal la isla Tiburón, decretada a su vez, como zona de reserva ecológica (CDI, 2009).

Cabe destacar que la población indígena tampoco se verá afectada ante la implementación del proyecto, como se mencionó con anterioridad estas poblaciones no participan en actividades económicas que no pertenezcan a sus costumbres y sobre todo si éstas actividades no tienen relación con el proyecto.

En el siguiente mapa podemos observar la única población indígena que se encuentra dentro de Puerto Libertad, la cual, tal y como se indicó cuenta con una población de sólo 64 habitantes, por lo que no se considera significativa para el proyecto.



Figura IV. 105. Mapa de localidades con presencia indígena

#### IV.3.1.4. Paisaje

El SAR y el predio del proyecto se localizan en un conjunto de microcuencas hidrográficas, las cuales, por un lado, comparten la misma zona funcional alta, es decir, la mayoría de las éstas tienen su origen en los lomeríos ubicados en el porción norte del SAR, excepto la microcuenca E en el extremo sur del SAR (Ver mapa microcuencas en el inciso de hidrología superficial). Por otro lado, esta mismas microcuencas también se extienden sobre la misma planicie divergente por lo que en realidad visualmente todas conforman una sola cuenca visual.

De esta manera, el SAR y el predio del proyecto se ubican en una cuenca visual abierta, pues dada la configuración del relieve, sólo presenta un límite visual en el extremo norte (lomeríos) mientras que la planicie, al ser de gran extensión no se presenta ningún otro obstáculo visual que defina un límite. Por el contrario, la visual se extiende y se fuga al horizonte.



**Figura IV. 106.** Vista al suroeste de la Sierra Cirio y de la cuenca visual abierta del SAR.

Así, la visibilidad está definida por la configuración y amplitud del relieve, de tal manera, que los lomeríos se pueden considerar como referentes o hitos paisajísticos. Los puntos de interés paisajístico se localizan en las cimas de las elevaciones menores. Desde estos sitios es posible tener panorámicas amplias del SAR. No obstante, la falta de caminos dificultan la accesibilidad a estos sitios lo que limita su función pues son pocos los observadores que llegan hasta ahí para apreciar las visuales. Aunada a esta condición restringida de accesibilidad, la extensión de la planicie (15 km) también limita la visibilidad pues el ojo humano alcanza a percibir con detalle hasta 3.3 km (Barba, 1997) aunque algunos autores lo reducen hasta 800m en función de las condiciones atmosféricas predominantes.

Cabe señalar que en el SAR en realidad no existen muchos caminos por los que la población pueda observar el paisaje, por lo que existe una gran limitación en términos de visibilidad pues, estos escasos caminos se constituyen como los únicos recorridos de interés paisajístico



**Figura IV. 107.** Vista del matorral xerófilo a lo largo de la carretera que conduce a Puerto Libertad

Así, la visibilidad entonces está limitada a la presencia y ruta de dichos caminos, reduciendo con ello el potencial de visibilidad de cualquier intervención en el paisaje. Y de igual manera, a los tres kilómetros se reduce el grado de agudeza visual y con ello la percepción del paisaje, sus componentes así como los posibles cambios que en él puedan acontecer.

En lo que se refiere a la calidad paisajística, dependiendo de la la posición altimétrica y las condiciones atmosféricas, es posible identificar sólo dos planos o franjas visuales:

- Franja próxima o primer plano. El primer plano está conformado por la vegetación arbustiva de matorral en su conjunto (matorral sarcocaulé y microfilo, según INEGI) y las ligeras variaciones en la morfología del relieve, sobre todo en los cauces de escurrimientos, donde el desnivel y la presencia de otro tipo de vegetación genera corredores visuales. Sin embargo, tampoco son sitios muy accesibles ya que no hay caminos hacia esos sitios.





**Figura IV. 108.** Matorral xerófilo conformando la franja próxima o primer plano.



**Figura IV. 109.** Corredores visuales que se conforman en los cauces de escurrimientos.

- Franja o fondo escénico. Lo conforman el conjunto de lomeríos que destacan po su morfología.

La calidad paisajística entonces está definida por la continuidad de la cobertura vegetal y los cambios en el relieve; éstos últimos se perciben a una escala de mayor detalle, es decir, a nivel del automovilista cuando circula por los caminos. Así, la cuenca parece

homogenea, y los lomeríos al sobresalir por su tamaño y proporción destacan en la escena paisajística. Esta misma condición se observa en el caso de elementos construidos tales como las torres de la Central de CFE y su visibilidad es aun mayor conforme se aproxima a estos rasgos tanto naturales como antrópicos. De ahí, que se conforman como hitos o referentes visuales.



**Figura IV. 110.** Matorral xerófilo micrófilo, y vista de las torres de la Central de CFE.

Así, la calidad visual de la cuenca es moderada a baja pues los rasgos del relieve es el componente del paisaje que mantiene el interés paisajístico pues no existen cuerpos de agua dentro de la composición escénica. La cobertura vegetal funciona como un tapete que cubre el suelo, por lo que su ausencia es notoria pues al dejar el suelo descubierto se aprecian cambios cromáticos, pues éste último es de colores claros generando una alta reflectancia y con ello cambios en la composición paisajística, sobre todo si se tratan de desmontes ya que se presentan como rasgos lineales de gran magnitud.

Sin embargo, la ausencia de caminos reduce la visibilidad del paisaje limitando el número potencial de observadores. Asimismo la amplitud de la planicie también influye en la visibilidad pues el límite de percepción visual para el ojo humano es de 3 kilómetros, y en este radio es donde cualquier cambio es perceptible. Cabe señalar que en las cimas de los lomeríos, donde se tiene las grandes vistas, la accesibilidad está restringida a unas cuantas brechas de difícil acceso.

## **IV.4. Diagnóstico ambiental.**

### **IV.4.1. Diagnóstico ambiental en su parte abiótica.**

Para la elaboración del Diagnóstico Ambiental se ha tomado como punto de partida la descripción de los diferentes componentes ambientales, los procesos que le dieron origen así como también de aquellos que actúan en la configuración actual en los diferentes niveles y escalas espacial y temporal de análisis.

Esta aproximación conceptual sucesiva permite reconocer de manera coherente y articulada, la organización y dinámica tanto vertical como horizontal de la arquitectura espacial y funcional de la envoltura geográfica comprendida en los distintos niveles de aproximación.

Para ello, la caracterización se realizó en dos grandes etapas: la primera de índole eminentemente descriptiva, en la cual se analizó de manera individual cada uno de los componentes ambientales y sus patrones de distribución espacial. Resultado de esta etapa se puede determinar, en términos generales, la estructura y dinámica funcional del SAR desde el punto de vista abiótico.

Mientras que la segunda fase tuvo como objetivo la integración, es decir, de carácter sintético a partir de la diferenciación en unidades ambientalmente homogéneas bajo una estructura espacial jerárquica y taxonómica, denominadas como Unidades Naturales.

Para definir el estado actual del Sistema Ambiental Regional y Área de Estudio desde el medio abiótico se toma como punto de partida la propuesta conceptual-metodológica propuesta por Tricart (1986) para clasificar el grado y modalidades de estabilidad de dicho sistema basada en los sistemas morfo genéticos.

El principio fundamental de esta propuesta se basa en el concepto de balance morfogénesis-pedogénesis, el cual se emplea para determinar el potencial de formación y desarrollo de suelos. Para lo cual se lleva a cabo un análisis de los diferentes componentes ambientales determinando la influencia de cada uno de ellos en el proceso de formación de suelos. Desde este enfoque, el suelo al constituirse como la interfase en la cual se interrelacionan los componentes abióticos y bióticos, la comprensión de los mecanismos que influyen en su proceso de formación y desarrollo permiten identificar el tipo de interacciones y procesos que se establecen al interior de cada componente y luego entre éstos.

Esta aproximación permite identificar los flujos de energía, materia e información que se da entre los diferentes componentes ambientales de manera conjunta, es decir, como un todo integrado permitiendo conocer el nivel de estabilidad de un sistema ambiental en su conjunto. Y a partir de éste es posible determinar la dinámica funcional del o los ecosistemas presentes dentro de dicho sistema ambiental, el papel que desempeña cada componente ambiental en la estructura y funcionamiento, y por último, es posible realizar un diagnóstico de dicho sistema ambiental.

Así, los procesos de morfogénesis se originan de los movimientos de materia en los interfluvios y producen la evolución de las formas del relieve. Los procesos de pedogénesis actúan sobre los materiales acarreados y transformados por la morfogénesis. Ambos procesos se manifiestan simultáneamente y de manera competitiva sobre un mismo sistema ambiental o medio. La evolución de los suelos y el modelado se produce a velocidades diferentes en una región dada con relación a los factores formadores.

El grado de estabilidad está en función del conjunto de las condiciones de morfogénesis: fuerza del relieve, intervención de las fuerzas internas (geodinámica interna), influencias climáticas directas (naturaleza y energía potencial de los agentes) e indirectas, interviniendo a través de la cobertura vegetal y de los suelos.

De esta manera, un medio natural, en este caso el sistema ambiental Regional puede ser clasificado como:

- a. Estables, cuando la pedogénesis predominante y la acción morfogenética es lenta lo que permite el desarrollo del suelo (formación n de suelos profundos y con horizontes característicos) y de las comunidades vegetales entre otros componentes.
- b. Inestables, se caracterizan cuando los procesos de morfogénesis, cuyas causas variadas y dinámicas van de naturales hasta antrópicas, prevalecen sobre la pedogénesis. Los suelos por lo tanto tienden a ser destruidos en los horizontes superficiales y hasta profundos, pudiendo alcanzar un estado de irreversibilidad.
- c. Intergrados, cuando existen interacciones permanentes entre os procesos de morfogénesis y pedogénesis que actúan al mismo tiempo. Los horizontes superficiales se adelgazan, mientras que la alteración favorece la profundización del suelo.

En el caso del SAR, los agentes que definen la estructura y funcionamiento son los procesos climáticos mesorregionales y los geológico-geomorfológicos, es decir, aquellos asociados a los componentes macroestructurales. De esta manera, derivado

del emplazamiento del proyecto en una zona latitudinal de alta presión predomina el clima desértico muy seco, el cual se caracteriza por presentar precipitaciones inferiores a 400mm al año, y temperaturas máximas de 31.3°C y mínimas de 12.4°C. Esto determina fuertemente el ingreso de energía al sistema estableciendo una alta insolación y una baja humedad. En este proceso, la cercanía a la línea de costa influye en el ingreso de vientos cargados de humedad provenientes del mar por lo que se establece un gradiente de precipitación que desciende hacia la línea de costa ya que la presencia de elevaciones retiene la humedad generando un efecto de sombra orográfica.

En el caso del SAR se trata de un medio de estabilidad recientemente alcanzada definida por el último período de actividad geológica registrada en la región, pues aun cuando la formación de las elevaciones mayores data del Cretácico senoniano y del Terciario mioceno-plioceno, los grandes depósitos de conglomerado y arenisca que conforman las amplias planicies divergentes datan del cuaternario holoceno, es decir, hace 10,000 años e incluso menos. Así, tal y como se describe en el apartado de geología, la zona registra una evolución tectónica derivada de eventos magmáticos-estructurales que se pueden identificar desde el Jurásico tardío hasta el Cuaternario dejando evidencia de un origen y modelado poligénico. Posteriormente durante el Cretácico, se registran una serie de movimientos tectónicos de subducción de la Placa de Farallón bajo la Placa de Norteamérica, originando una serie de plegamientos, segmentación estructural, metamorfismo y de deformación.

Otro episodio tectónico ocurrió a finales del Plioceno, ocasionó la ruptura continental asociada a la apertura del Golfo de California, generando áreas de afectación estructural que influye las regiones costeras tanto de Sonora como de la Península de Baja California. Finalmente, durante el Cuaternario es cuando se registra la sedimentación de grandes cantidades de espesores detríticos que forman las amplias llanuras costeras y planicies aluviales.

La evolución, según Tricart de este tipo de medios, concluye en general en la ablación o erosión éolica, y que se presenta por un lado, modelando el relieve como proceso accesorio de la denudación; y por otro, como proceso erosivo del suelo (sustrato edáfico).

Estos dos componentes y sus procesos asociados se pueden considerar, entonces como agentes que definen la estructura y funcionalidad del SAR, incidiendo directamente en los procesos hidrológicos, específicamente los geohidrológicos.

Debido a las bajas pendientes del relieve, la energía de los procesos geomorfológicos se disipa, dejando a otros componentes la función de transferencia de materia, energía e información.

El componente hidrológico es la interfase entre los componentes macro y mesoestructurales, ya que derivado de las condiciones climáticas mesorregionales; la baja disponibilidad de humedad en un período corto de tiempo; la alta permeabilidad de los sustratos (sobre todo de los depósitos de gravas y areniscas que conforman las planicies y rellenan las fosas que se desarrollan bajo dichas planicies); la distribución y disponibilidad del recurso hídrico regulan el funcionamiento del resto de los componentes mesoestructurales, suelos, vegetación y fauna.

En lo que se refiere a los escurrimientos superficiales, el patrón de drenaje responde a un fuerte control estructural definido por la litología así como también a condiciones climáticas pasadas, durante las cuales dichas corrientes modelaron el relieve actual. Hoy día, aunque las precipitaciones son muy escasas, los escurrimientos superficiales se activan cada temporada de lluvias reconociendo los cauces presentes. Más aun, los cauces mismos actúan como zonas de recarga y descarga tanto del acuífero local como regional. De esta manera, aun cuando son de carácter intermitentes, los escurrimientos superficiales juegan un papel muy relevante en el comportamiento del acuífero así como la distribución de la flora y fauna en términos ecológicos, pues funcionan como corredores locales al mantener flujos subsuperficiales que alimentan a todo el SAR tanto en temporada de secas como de lluvias.

En el caso del comportamiento del agua subterránea depende fuertemente de la estructura y arreglo geológico así como de su cercanía con la línea de costa. Así, el agua en general, es decir los procesos hidrológicos son los que transfieren la energía, materia e información dentro del sistema y regulan su funcionamiento. Si bien es cierto, que el relieve juega un papel preponderante en este proceso de transferencia, la configuración del mismo limita su capacidad tal y como se analiza en las unidades naturales presentes en el SAR.

Los componentes críticos del SAR, son los de carácter mesoestructural, es decir, suelos, vegetación y fauna. En el caso de los suelos, la capacidad para la formación de los suelos está restringida por la naturaleza de los sustratos litológicos; la baja disponibilidad de humedad; la baja cobertura vegetal y la presencia de procesos eólicos. En el caso de la vegetación, el régimen climático mesorregional también define el tipo y distribución de la vegetación e influyen en la estructura y composición de las comunidades. Y por último, la fauna depende tanto de la presencia y ausencia del recurso hídrico como de la integridad de las comunidades vegetales.

Las unidades naturales identificadas son tres:

- Elevaciones, incluye montañas y lomeríos aislados
- Planicies divergentes
- Planicies aluviales de origen fluvial

Los procesos geomorfológicos en la región donde se ubica el SAR y predio del proyecto han modelado el relieve y paisaje. Como resultado la mayor parte de la región está formada por planicies aluviales, cuyas características de suelo y tipos de roca han determinado los procesos que se dan a escalas más locales como es el tipo de arrastre de sedimentos, y los procesos hidrológicos que se dan. Estas características han llevado a que el SAR y predio, se ubiquen en la provincia Desierto o Llanura Sonorense. En el SAR la forma fisiográfica principal es la Gran Bajada con Lomerío, la cual posee pendientes bajas (menores a 20°) sin embargo, al pie de las sierras presenta pendientes moderadamente pronunciadas (entre 20° y 30). Otras formas menos abundantes son la Sierra Escarpada Compleja y la Sierra Escarpada del Noroeste. El relieve del predio principalmente está conformado por planicies de 0 a 200m y poca variedad de geoformas por lo que predominan los procesos areales derivados de la baja energía de la amplitud de la planicie.

En el SAR y polígono del predio el arrastre de sedimentos se da principalmente por la acción del agua y del viento, ambos con efecto moderado. Como se ha mencionado la mayor parte del relieve está formado por planicies, esto junto con las condiciones climáticas y características del suelo hacen que el proceso erosivo hídrico en la zona del SAR sea poco relevante. De acuerdo a la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) la erosión hídrica en la zona es de moderada a ligera, esto se debe a que aun cuando llega a haber precipitaciones considerables la mayor parte del agua se infiltra rápidamente. También es importante mencionar que en zonas desérticas la evaporación representa casi el 90% debido a las altas temperaturas. El poco efecto de la erosión hídrica en la zona se debe en parte a la escasez de precipitación en la región, la predominancia de una planicie y a las características físicas y químicas del suelo, las cuales favorecen que la mayor parte del agua se infiltre. La ausencia de pendientes pronunciadas también favorecen que el arrastre de sedimentos sea mínimo y solo se dé de manera temporal, principalmente en eventos extremos como huracanes a lo largo de las zonas de escorrentías.

El otro proceso erosivo es el eólico y tanto para el Sistema Ambiental Regional como el polígono del predio se presenta principalmente de intensidad moderada y conforme se aproxima a la línea de costa la intensidad se incrementa a alta en el sector sur del SAR

Por la ubicación geográfica, en el SAR la disponibilidad del agua está limitada a la época de lluvias, las cuales son escasas en la región por lo que el agua subterránea es

el único suministro con que cuenta la región para su aprovechamiento, por lo que esta es utilizada para todas las actividades productivas de la región. Debido a esto, el proceso hidrológico subterráneo en la zona es de vital importancia para el mantenimiento del sistema.

En lo que se refiere a la hidrología superficial, en el SAR predominan corrientes intermitentes resultado del origen geológico-geomorfológico y las condiciones mesoclimáticas regionales. Así, a nivel SAR las corrientes que se presentan son de 1<sup>er</sup> hasta 6<sup>o</sup> orden mientras que a nivel del predio del proyecto se presentan sólo de 1<sup>er</sup>, 2<sup>o</sup> Y 4<sup>o</sup> orden, es decir son corrientes que captan el agua y alimentan al resto de la red hidrográfica. Pero al tratarse de los primeros ordenes de corriente, su cauce es incipiente y de reducidas dimensiones.

Sin embargo, la gran diferencia está definida por el orden de corriente pues entre mayor sea éste, mayor será el caudal que transporta durante la época de lluvias y en época de secas entre mayor sea el orden es más probable la presencia de agua subsuperficial. Por lo que también contribuyen a la recarga y descarga del acuífero. Asimismo, los escurrimientos también representan zonas de valor ambiental en términos de corredores ecológicos ya que derivado de las condiciones climáticas y de cobertura vegetal, éstas son zonas potenciales de refugio y/o alimentación de la fauna por presentar un gradiente ligeramente mayor de humedad y vegetación.

De manera específica, a nivel SAR la principal fuente de abastecimiento es el acuífero 2617 Puerto Libertad (CONAGUA). En esta zona la Comisión Federal de Electricidad (CFE) es la compañía que tiene el abastecimiento de agua subterránea más importante del acuífero; el cual es de tipo costero y cuya principal característica es que presenta una cuña de intrusión salina provocada principalmente por la baja intensidad de lluvias en la región.

A nivel SAR, el proceso de recarga del acuífero se realiza a partir de la escasa precipitación, por lo que depende de la estacionalidad e intensidad de la temporada de lluvias. El ingreso o zona de recarga es a través de la zona de lomeríos, principalmente por el fracturamiento de las rocas graníticas así como por los depósitos aluviales que rellenan los valles intermontanos en la cuenca alta del SAR. El segundo punto de ingreso es a través de la misma planicie divergente debido a la granulometría de los materiales que han rellenido las fosas que se formaron en eras geológicas pasadas. Así, la suma de ambas superficies son los que conforman el lente de agua dulce del acuífero.

El acuífero también presenta un lente de agua salobre y salada, el cual es resultado de la intrusión salina proveniente de la costa y se presenta tanto en materiales



granulares, en roca fracturada así como por la morfología del basamento granítico que subyace a la planicie.

El lente de agua dulce o acuífero dulce fluye al igual que los escurrimientos superficiales, de la zona de lomeríos hacia la costa. Más aún a partir de la elevación y profundidad de los niveles estáticos, se ha identificado que los flujos tienden a concentrarse hacia el poblado Puerto Libertad donde la morfología del relieve también cambia de una geometría convexa a una cóncava, conformando una especie de cubeta de captación. Este lente de agua dulce descarga hacia el mar con un espesor de hasta 30m de profundidad.

La superficie del predio del proyecto contribuye al proceso de recarga del acuífero. Sin embargo, de manera general, toda la planicie divergente cumple con la misma función, y las áreas más importantes de ingreso de agua dulce al sistema hidrogeológico del acuífero Puerto Libertad se localizan hacia el sector sur del SAR

#### **IV.4.1. Diagnóstico ambiental en su parte biótica.**

##### **FLORA**

A partir del análisis comparativo de los resultados obtenidos con respecto a la flora vascular se identificó que a nivel SAR se reportaron 24 especies mientras que a nivel Área (predio) del proyecto sólo fueron 19, es decir, a nivel predio el número de especies es menor.

El número de especies en común son 17, lo que representa un indicador de las afinidades encontradas en la composición de ambas áreas, aproximadamente del 89.47%. En términos de riqueza específica, se hace mención que la ausencia en el área de influencia de las dos especies adicionales que fueron registradas en la superficie de cambio de uso de suelo puede obedecer además a requerimientos específicos de hábitat (*Pachycereus pringlei* y *Peniocereus striatus*).

Durante la caracterización biótica realizada a nivel predio, se lograron identificar 19 especies de flora, de las cuales, dos se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La interpretación del índice de Shannon-Wiener es intuitiva, normalmente toma valores entre 1 y 4.5. Valores por encima de 3 son típicamente interpretados como "diversos", por lo que según los datos obtenidos, tanto el SAR y Área del proyecto, presentan valores muy similares, por lo tanto no se considera que exista diferencia significativa entre la composición en cuanto a diversidad de especies.

Considerando que los Índices de Equidad están en función de los Índices de Diversidad Máxima se presenta la misma distribución, encontrando valores promedio de 0.7 para las dos áreas evaluadas, por lo que se puede concluir que existe un alto grado de equidad mostrando una distribución uniforme de los individuos.

Por tanto se considera que el Área del proyecto (predio) y SAR presentan estados de conservación de los hábitats similares por lo que los efectos de cambio de uso de suelo no representarían modificación o pérdida de riqueza de especies ya que se encuentran distribuidas homogéneamente en las áreas donde no se presentara impacto con el desarrollo del proyecto.

- **Especies endémicas y/o en peligro de extinción.**

Durante los muestreos realizados, se registraron únicamente dos especies de flora listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Ferocactus cylindraceus* en el estatus de Protección especial (Pr), perteneciente al Orden de las Caryophyllales, Familia Cactaceae y *Lophocereus schotti* en el mismo estatus así como perteneciente al mismo Orden y Familia.

## **FAUNA**

### **Análisis comparativo Área del proyecto y SAR**

A partir de los monitoreos realizados en el interior del Sistema Ambiental Regional y a nivel del predio del proyecto, se identificó que el número de especies reportadas a nivel predio (19 aves, cuatro mamíferos y tres reptiles) es menor que a nivel SAR (registrados 24 aves, seis mamíferos y cuatro reptiles) y el número de especies en común son 26. Razón por la cual, se concluye que las poblaciones de fauna registradas en el Área (predio) del proyecto se encuentran representadas fehacientemente en el Sistema Ambiental Regional, ya que la totalidad de las aves, mamíferos y reptiles que fueron registrados en el predio se encuentran integradas en el listado de 34 especies registradas en el SAR.

Por otra parte, la diversidad de fauna obtenida para el Sistema Ambiental Regional es mayor que la calculada en aquellos grupos registrados para el Área (predio) del proyecto, entre los cuales, el grupo de las aves a nivel del Sistema Ambiental Regional (constituida por 24 especies) no presenta diferencias significativas con el valor obtenido para la composición obtenida para el predio (2.92 vs 2.70). Lo mismo sucede en el caso de los mamíferos (1.39 vs 1.28), donde el número de especies para el Área (predio) del proyecto, fue de cuatro especies, en comparación con el número de seis registrado en el SAR. Para el caso de los reptiles, tomando en cuenta que el índice de Shannon-Wiener toma valores de hasta de 5.0 (considerándose aquellos grupos con valor menor a 1.5 como de diversidad nula, entre 1.5 y 3 como de diversidad media y

mayor a 3.0 como diversos), este grupo puede ser catalogado como de nula diversidad, al igual que los mamíferos. Por último, las aves del Sistema Ambiental Regional, así como de predio del proyecto serían clasificadas como medianamente diversas.

Así, con respecto a lo diferentes Índices de diversidad: Equidad, Shannon y Diversidad Máxima, con los resultados obtenidos, se observa que a excepción del grupo de las aves que se encuentra en una diversidad media, el resto de los grupos o clases de fauna silvestre cuenta con una diversidad baja y los valores del SAR se encuentran arriba de los obtenidos para el Área (predio) del proyecto.

A continuación se presentan las siguientes tablas con los comparativos en el Área del proyecto y el SAR:

**Tabla IV. 59.** Comparativa de los valores obtenidos para la riqueza total para fauna

	Reptiles	Mamíferos	Aves
Área del proyecto	3	4	19
SAR	4	6	24

**Tabla IV. 60.** Comparativa de los valores obtenidos para el índice de *Shannon-Wiener* para fauna

	Reptiles	Mamíferos	Aves
Área del proyecto	0.89	1.28	2.7
SAR	1.07	1.39	2.92

**Tabla IV. 61.** Comparativa de los valores obtenidos para el índice de Equidad para fauna

	Reptiles	Mamíferos	Aves
Área del proyecto	0.81	0.81	0.92
SAR	0.77	0.77	0.92

**Tabla IV. 62.** Comparativa de los valores obtenidos para el índice de Diversidad Máxima

	Reptiles	Mamíferos	Aves
Área del proyecto	1.1	1.39	2.94
SAR	1.39	1.79	3.18

**Tabla IV. 63.** Comparativa de los valores obtenidos para el número de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Reptiles	Mamíferos	Aves
----------	-----------	------

Área del proyecto	2	0	0
SAR	2	0	2

### Tendencias de desarrollo y deterioro

La relación transfronteriza de intercambio comercial en el siglo XIX, es que surge el Puerto Libertad; su construcción tenía varios objetivos por mencionar algunos, es de regular el tránsito de mercancías mediante una aduana, y activar la amplia zona agrícola, minero – ganadera del desierto sonorense (Altar; Caborca y Pitiquito).

Puerto Libertad pretendía beneficiar a los minerales y ranchos situados en el desierto de Altar y Sierra de Magdalena y facilitar la conexión al mar a los anglosajones de Arizona. Con la construcción de este puerto se lograría que los productores del desierto exportaran la cosecha de trigo, fruta y carne seca, queso y mantequilla, los mineros tendrían una salida fácil para sus metales y atraerían capitales para invertir en sus ramos. Además ampliarían las relaciones comerciales por mar y tierra. Igualmente existían expectativas de fomentar el poblamiento con inmigrantes.

Sin embargo, por cuestiones de inestabilidad económica, política durante los años 1865 – 1866, así como el abandono de los promotores no se llevaron a cabo los proyectos de desarrollo propuestos para la zona. Hoy en día Puerto Libertad es un espacio compartido por pescadores y empleados de la Comisión Federal de Electricidad.

La importancia hoy en día de Puerto Libertad es que es considerado como un lugar estratégico en la generación de energía eléctrica. La localización geográfica del lugar, aunado a sus características físicas como puerto natural, permiten el desembarque de buques que proveen de grandes cantidades de combustóleo necesario para la operación de la central termoeléctrica (PDUCP, 2004).

Inicialmente, la construcción de la Planta de CFE se debió a las necesidades de energía del Estado que cada diez años duplicaba su demanda en virtud de un acelerado crecimiento de la actividad económica, particularmente la minera, en el norte de la entidad. Hoy en día, la energía eléctrica producida en el Puerto Libertad se interconecta a la red nacional de distribución de la CFE.

Ahora bien, con respecto a la presencia de grupos indígenas en el área no es significativa debido a:

A nivel SAR y de manera regional, los grupos Seris, son los grupos que ocuparon las tierras del desierto y aunque hubieron varios intentos por colonizarlos, no fue posible

debido a sus costumbres asociadas a su cultura. La paulatina desaparición de este grupo está asociada por su persecución.

Debido a sus conocimientos en las artes de pesca, comenzaron a tener como elementos esencial de su economía el intercambio comercial. En el año de 1936 el presidente Lázaro Cárdenas promovió su organización en cooperativas de pescadores, les proporcionó el equipo necesario y los concentró en el poblado de Bahía Kino. Con el aumento de población no nativa, el grupo Seri se fue desplazando hacia Desemboque. Sin embargo fue hasta el año de 1970 cuando fue reconocido su territorio mediante la dotación de una franja costera y en 1975, declara el canal de Infiernillo como zona de pesca exclusiva Seri y se les otorgó simbólicamente como posesión comunal la isla Tiburón, decretada a su vez, como zona de reserva ecológica (CDI, 2009).

### Problemas ambientales

Actualmente las actividades que causan deterioro dentro del SAR del proyecto son:

- ✚ Actividades de la Central Termoeléctrica de Puerto Libertad, con efectos directos sobre la calidad del aire y la calidad del agua.
- ✚ Centro de Población, con efectos en la generación y disposición de residuos.

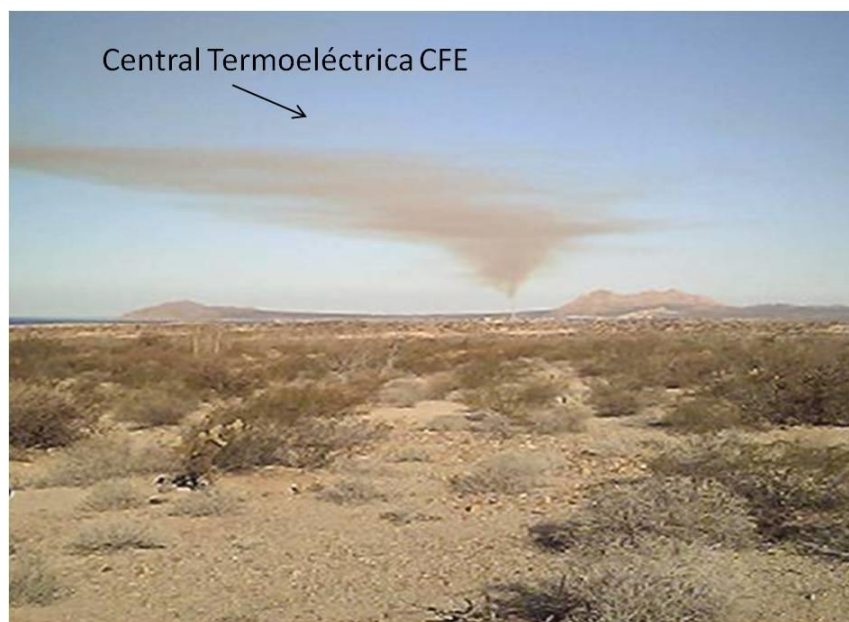


Figura IV. 111. Vista de las emisiones de la central termoeléctrica CFE



**Figura IV. 112.** Vista de las áreas con residuos depositados al aire libre en las inmediaciones del Poblado de Puerto Libertad

Dentro de las problemáticas ambientales, uno de los aspectos más importantes es la generación de contaminantes derivada de la operación de la Planta Termoeléctrica que genera a los pobladores locales. Evidencia de lo anterior, fue el dictamen de la Comisión de Salud de la Proposición con punto de acuerdo por el que se solicitó a la Comisión Federal de Electricidad resolviera los problemas que la Planta Termoeléctrica de Puerto Libertad provoca a la salud y desarrollo integral de dicha comunidad (SEGOB, 2010). Sin embargo, estudios indican que por la baja concentración de población local, el impacto por los costos externos en la salud es de bajo impacto, aunque esto no incluye el impacto en materiales, cultivos, ecosistemas, bosques o incluso en el calentamiento global.

En lo que se refiere al cambio de uso del suelo se realizó un análisis para el período 1976-2012 con base en la Carta de Vegetación y uso del suelo INEGI Serie I (1976), Serie III (2002), Serie IV (2008) y Serie V (2012). A partir de este análisis se busca establecer las tendencias de deterioro del SAR en el componente vegetación.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

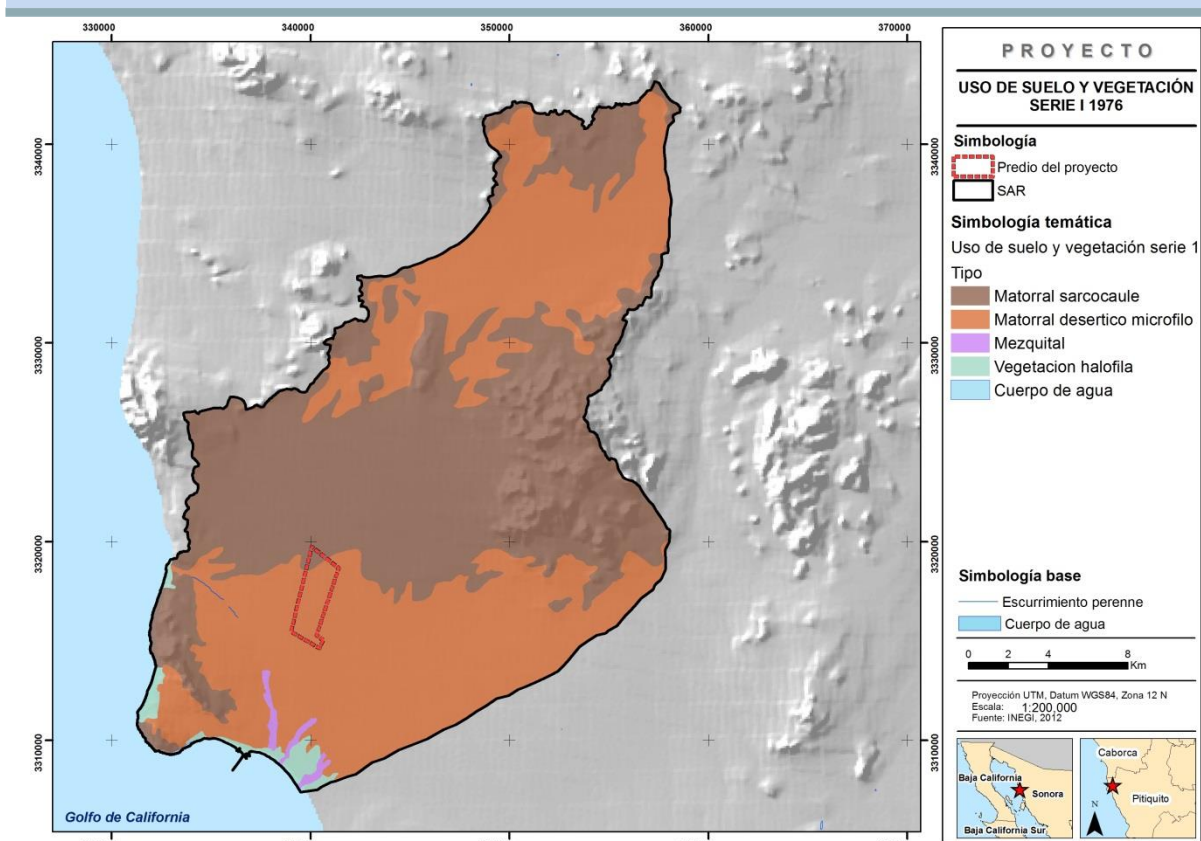


Figura IV. 113. Mapa de uso del suelo y vegetación a nivel SAR Serie I INEGI, 1976

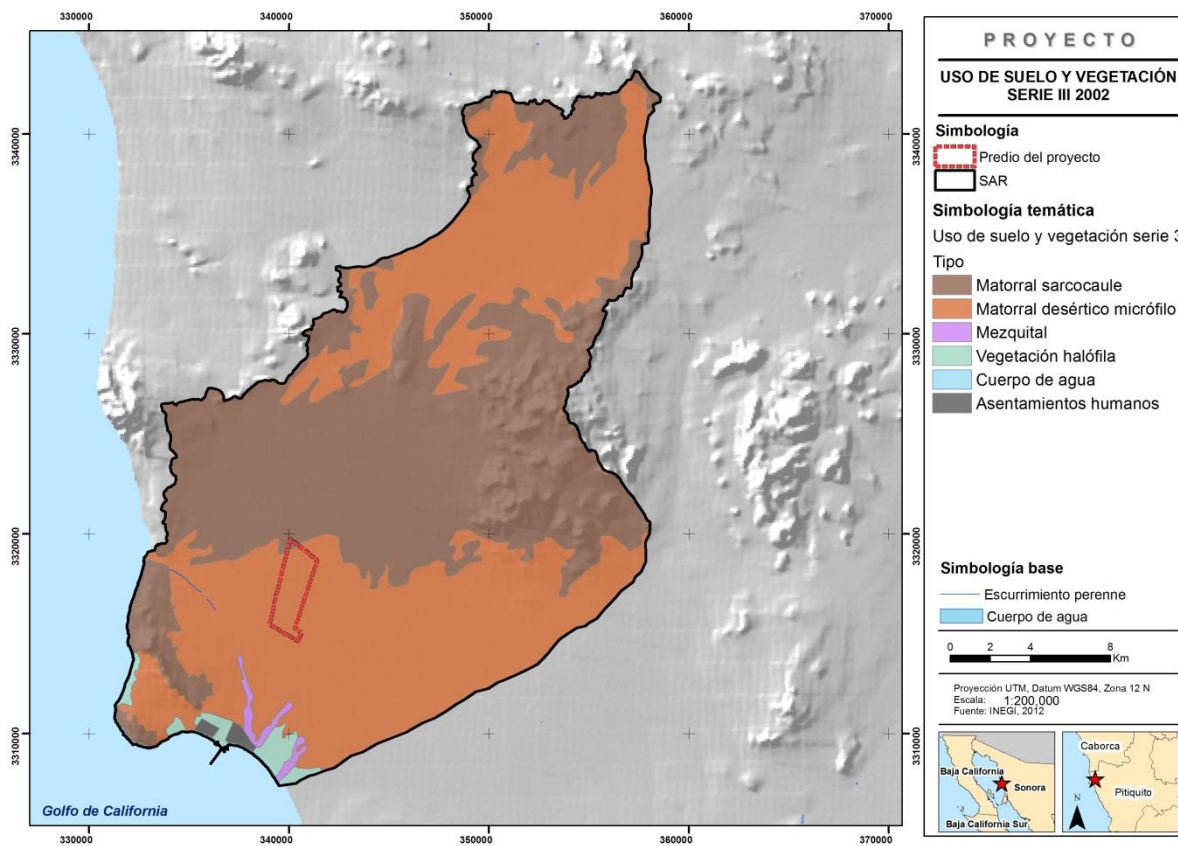


Figura IV. 114. Mapa de uso del suelo y vegetación a nivel SAR Serie III INEGI, 2002

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto " Solar Fields "

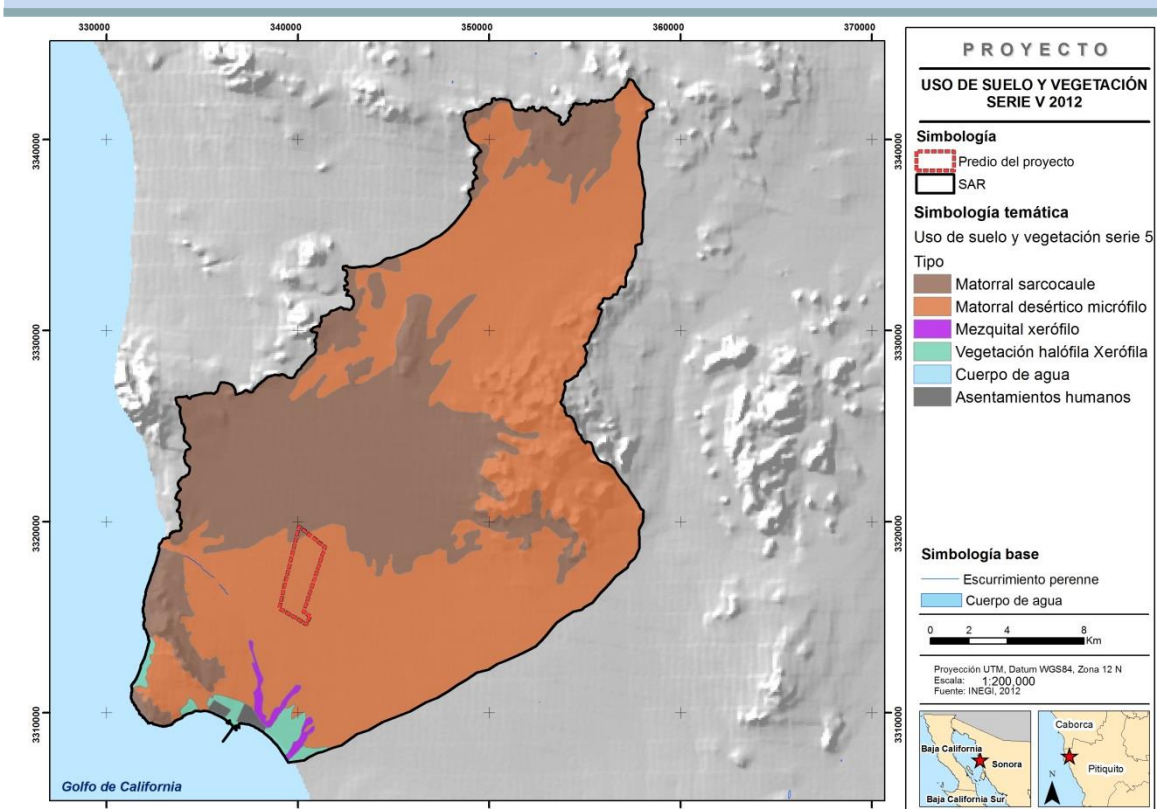


Figura IV. 115. Mapa de uso del suelo y vegetación a nivel SAR Serie IV INEGI, 2008

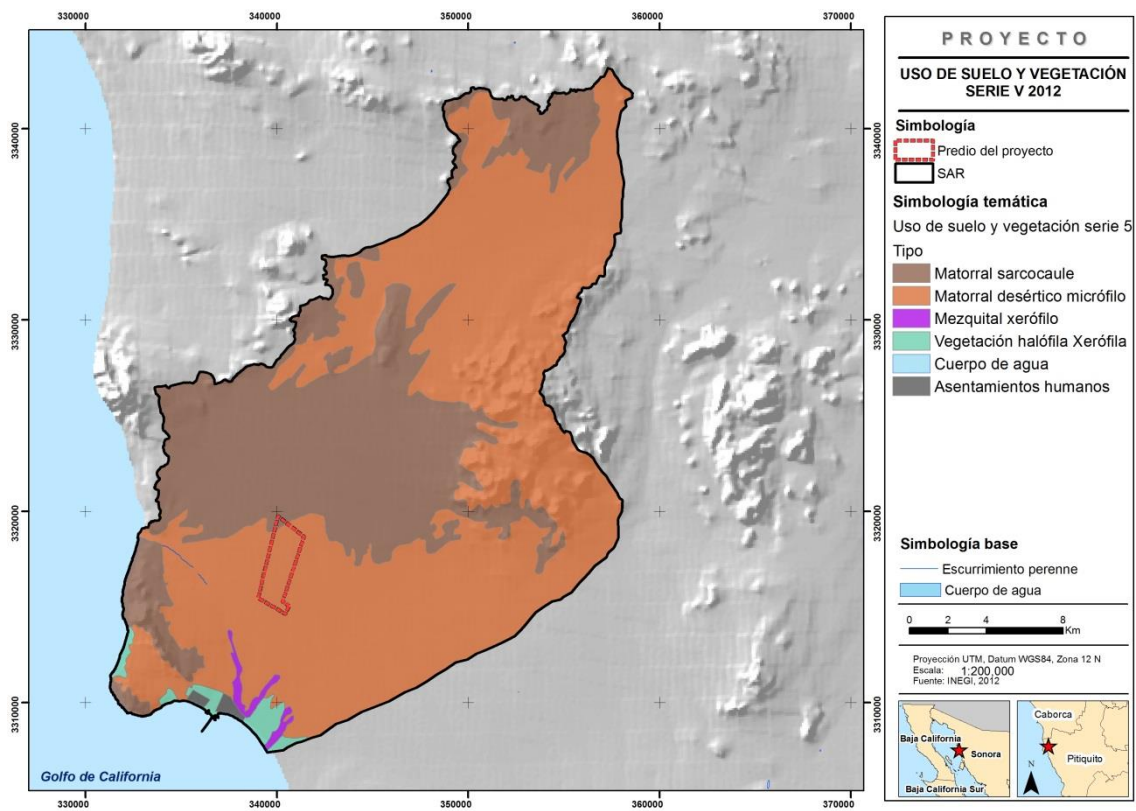


Figura IV. 116. Mapa de uso del suelo y vegetación a nivel SAR Serie V INEGI, 2012



Así, para el SAR INEGI reporta para este período sólo comunidades primarias y ninguna comunidad secundaria. La categoría de zona urbana o asentamiento humano solo aparece hasta el 2002 con una superficie de 165.84 Has, la cual se mantiene sin cambios hasta el 2012.

Es importante destacar que entre cada Serie de mapas, INEGI ha realizado un conjunto de ajustes en las categorías de los tipos de vegetación y ha afinado los procedimientos para la identificación y generación de las diferentes coberturas vegetales. Este es el caso de los tipos de vegetación: Matorral sarcocaulé y Matorral desértico rosetófilo ya que entre las series I, II y las series IV y V se presenta una diferencia muy grande entre estas comunidades vegetales que se aprecia en los mapas correspondientes. Así, esto más que un cambio por alguna actividad o uso se trata de una reclasificación de la vegetación.

Esto permite señalar que en 40 años, el SAR no ha sufrido cambios significativos en su cobertura vegetal. Los cambios más importantes se registran en la zona costera como resultado de la disponibilidad del recurso hídrico en esta zona. Cabe señalar que el desarrollo de esta zona costera en los últimos 30 años está asociado a la presencia de la planta de CFE.

Así, la actividad humana se restringe al sector costero del SAR mientras que el resto de éste mantiene un alto grado de integridad funcional y ecosistémica.

# Capítulo V

---

*IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS  
IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES,  
DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.*



## V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

### V.1. Introducción.

Con base en el análisis que se realizó en apartados anteriores, en particular la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), eventos de cambio en el mismo, caracterización, análisis y diagnóstico, en este capítulo se identifican, se describen y se evalúan los impactos ambientales adversos y benéficos que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto y su área de influencia y efecto en el SAR.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto-entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una metodología que garantice la estimación de los impactos provocados por la ejecución del proyecto y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto. Derivando de ello el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante con forme a lo dispuesto en la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)<sup>1</sup>.

Si bien la Secretaría, de acuerdo a lo establecido en el párrafo tercero del Artículo 9 del REIA, proporciona guías para facilitar la presentación y entrega de la MIA-R, de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo, el contenido de las mismas es, en efecto, una guía, por lo que el desarrollo de cada capítulo de la MIA deberá ajustarse a lo que establece, en este caso para una MIA modalidad Regional, el Artículo 13 del REIA, que en el caso particular del capítulo V, se deberá presentar, la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del SAR; por lo que

---

<sup>1</sup> IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales, Artículo 13 del REIA.

aún cuando se tomó como referencia la guía de la Secretaría para la elaboración del presente capítulo, su contenido se ajusta a lo establecido en la fracción V del Artículo 13 del Reglamento.

Derivado de lo anterior, se presenta a continuación, de manera esquemática, un diagrama de flujo del proceso metodológico diseñado para el proyecto y que se llevó a cabo para la evaluación del impacto ambiental del mismo, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales:

- a) Identificación
- b) Caracterización
- c) Evaluación.

En este mismo orden de ideas, se consideró la información derivada del análisis del proyecto, identificando sus fases y en particular las acciones que pueden desencadenar impactos en los componentes del entorno del SAR, considerando para ello, la información señalada en el Capítulo II sobre las obras y actividades a desarrollar y los usos de suelo que se pretenden dar al sitio, así como la información del Capítulo IV sobre la delimitación del SAR y la descripción de sus componentes ambientales. Posteriormente, se identificaron las relaciones causa-efecto, que en sí mismas son los impactos potenciales cuya significancia se estima más adelante. Las relaciones causa-efecto se identificaron con la ayuda de grafos realizados para el proyecto, dicha metodología se describe más adelante. Una vez identificadas las relaciones causa-efecto, se elaboró un cribado para posteriormente determinar su denominación, es decir, se establecen los impactos como frases que asocian la alteración del entorno derivada de una acción humana, elaborando así un listado de las interacciones proyecto-entorno (impactos ambientales), para poder así determinar el índice de incidencia que se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual se define por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, para lo cual se utilizaron los atributos y el algoritmo propuesto por Gómez-Orea (2002), y jerarquizando así los impactos con el índice de incidencia. A partir del índice de incidencia y la magnitud de cada impacto, se hace un análisis de la relevancia o significancia de los impactos, misma que se evalúa a través de una serie de criterios jurídico, ecosistémico y de la calidad ambiental de los componentes, siempre relacionado a su efecto ecosistémico, para poder así, valorar y posteriormente describir los impactos de todo el **proyecto** sobre el SAR, finalizando el capítulo con las conclusiones del mismo.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

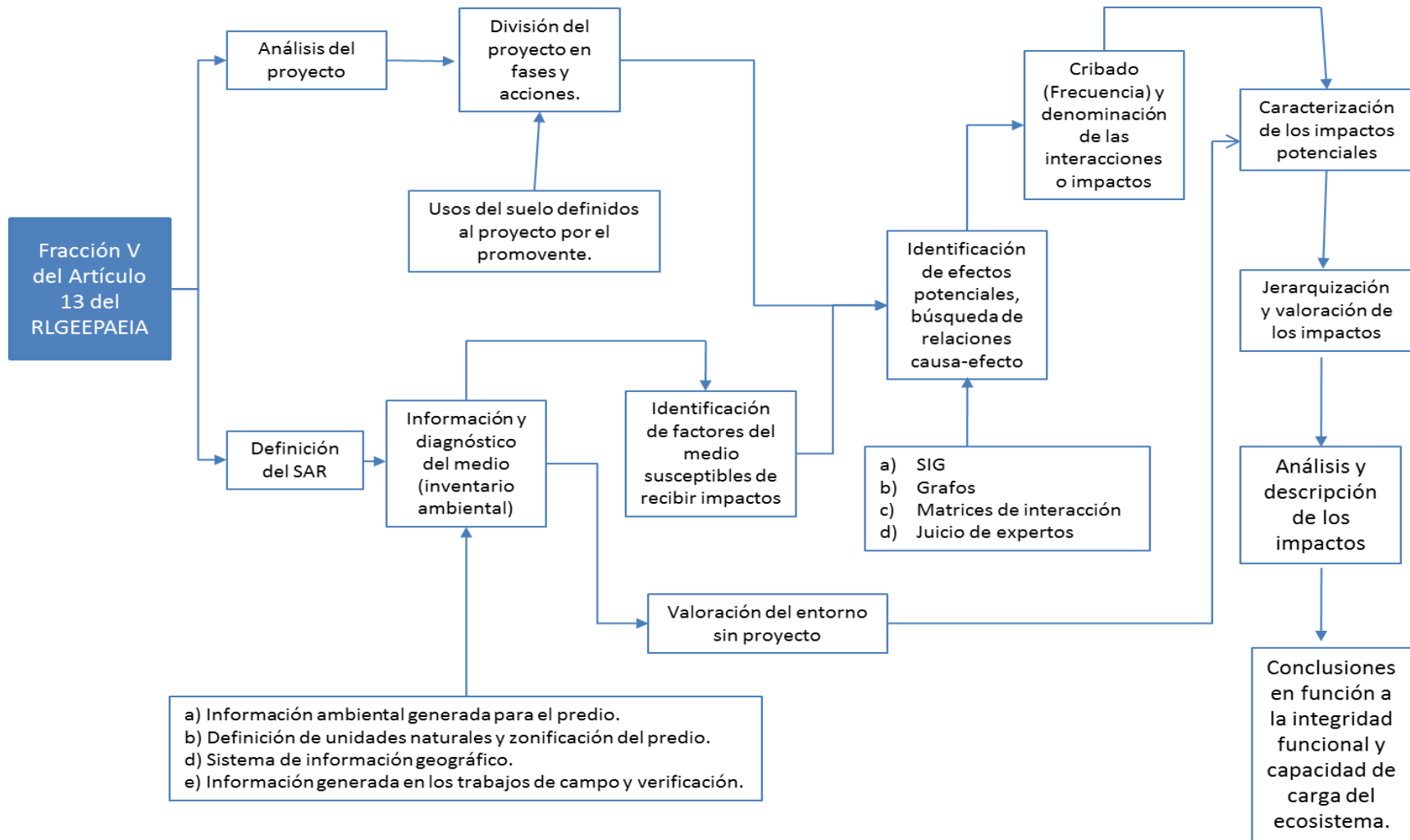


Figura V.1.. Diagrama de flujo del proceso metodológico.

## V.2. Identificación de impactos

En el desarrollo de presente capítulo se diseñó un proceso metodológico que comprende por una parte, la consideración del diagnóstico ambiental del SAR para identificar cada uno de los factores y subfactores que pueden resultar afectados de manera significativa por alguno o algunos de los componentes del proyecto (obra o actividad), de manera que se haga un análisis de las interacciones que se producen entre ambos, y se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento del SAR.

### V.2.1. Acciones del proyecto, susceptibles de producir impactos

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en dos niveles: las etapas y las acciones concretas, propiamente dichas.

**Etapas:** se refieren a las que forman la estructura vertical del proyecto, y son las siguientes:

- a. Preparación del sitio.
- b. Construcción.
- c. Operación y mantenimiento.

**Acciones concretas:** las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada de impacto.

Las acciones concretas derivan de las actividades propias de la ejecución de las siguientes obras:

**Tabla V. 1.** Obras y actividades del proyecto

Obras
Módulos fotovoltaicos
Sistema estructural
Sistema de conversión (Estaciones de Media Tensión MT)
Caminos internos y entrada de acceso
2 Transformadores de potencia
Obras de drenaje
Cierre perimetral

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Obras
Conexiones de cableado
Línea de transmisión
Subestación eléctrica

Cabe destacar que para efectos de impacto en la tabla siguiente se agrupan y organizan las obras y actividades descritas en la tabla V.1, diferenciándolas en sus tres etapas.

**Tabla V. 2.** Fases y acciones del proyecto.

Etapa del proyecto	Obras	Actividad
Preparación del sitio	_____	Desmonte, despalme y limpieza.
Construcción	Módulos fotovoltaicos	Excavación y rellenos Nivelación y compactación Cimentación y Armado de infraestructura Transporte y almacenamiento de combustibles Desmantelamiento de infraestructura provisional
	Sistema estructural	
	Sistema de conversión (Estaciones de Media Tensión MT)	
	Caminos internos y entrada de acceso	
	2 Transformadores de potencia	
	Obras de drenaje	
	Cierre perimetral	
	Conexiones de cableado	
	Línea de transmisión	
	Subestación eléctrica	
Operación y mantenimiento	Módulos fotovoltaicos	Mantenimiento
	Subestación eléctrica	
	Línea de transmisión	Desmantelamiento de infraestructura

### V.2.2. Factores del entorno susceptibles de recibir impactos.

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales suelo, y agua (Gómez-Orea 2002), así como las consideraciones de índole social. Para el caso del proyecto, se retomó la información manifestada en el Capítulo IV de la presente MIA-R y derivado de la

complejidad del entorno así como su carácter de sistema, se desglosan en varios niveles hasta obtener los factores muy simples y concretos:

**Tabla V. 3.** Componentes y factores del entorno.

Procesos/Componentes ambientales		Factor
Agua		Hidrología subterránea
		Hidrología superficial
Suelo		Cantidad
		Calidad
		Relieve (Geoformas)
Aire		Calidad (Ruido, partículas suspendidas, gases)
Biodiversidad y conectividad	Flora	Cobertura vegetal
		Individuos de especies de flora
		Individuos de especies de flora incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Fauna	Individuos de especies fauna
		Individuos de especies fauna incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2010
	Ecosistemas	Hábitats
		Conectividad
	Perceptual	Paisaje
Socioeconómico	Economía y servicios de la Región	Creación de empleos y beneficios en la economía local

### V.2.3. Identificación de las interacciones proyecto-entorno

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes etapas del proyecto, las principales herramientas utilizadas son:



- a) El sistema de información geográfica.
- b) Grafos o redes de interacción causa-efecto
- c) Matrices de interacción
- d) Juicio de expertos

A continuación se describen brevemente cada una de ellas:

**Tabla V. 4.** Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos.

Herramienta	Descripción
El sistema de información geográfica.	Para el proyecto se generaron mapas de inventario de forma que a través de la sobreposición que ofrece el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación surgen de manera directa y evidente.
Grafos o redes de interacción causa-efecto	Consisten en representar sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aún cuando ésta técnica es menos utilizada que las matrices de interacción, refleja de una mejor manera la cadena de acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno. Se sugiere que la técnica del grafo y la de las matrices deben considerarse de forma complementaria. (Gómez-Orea, 2002) En la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto: la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha.
Matrices de interacción	Son cuadros de doble entrada en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá que averiguar después.
Juicio de expertos	Las consultas a paneles de expertos se facilita mediante la utilización de métodos diseñados para ello en donde cada participante señala los componentes ambientales que pueden verse alterados por el desarrollo proyecto y valora dicha alteración según una escala preestablecida y por aproximaciones sucesivas, en donde se comparan y revisan los resultados individuales, se llega a un acuerdo final que se especifica y justifica en un informe. (Gómez-Orea, 2002)

Las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman, por lo tanto, la parte medular de la metodología de evaluación y se registran numerosas propuestas en la literatura especializada, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas, siendo la identificación de impactos el paso más importante en la EIA ya que "un impacto que no es identificado, no es caracterizado, ni evaluado, ni descrito".

#### **V.2.3.1. El sistema de información geográfica**

Para la caracterización del SAR se utilizó:

- a) Información ambiental generada para el área.
- b) Definición de unidades naturales y zonificación del área.
- d) Sistema de información geográfico.
- e) Información generada en los trabajos de campo y verificación.

Lo anterior permitió evaluar la situación ambiental del polígono y del SAR definido y delimitado para el proyecto, considerando como contexto la unidad natural de la cual forma parte, dicha caracterización ambiental se encuentra en el capítulo IV de la MIA-R.

#### **V.2.3.2. Grafos o redes de interacción causa-efecto**

Se realizaron grafos para las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento de las obras que comprende el proyecto. Se eligió dicha técnica ya que representan sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aún en la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto (la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha), se hizo una modificación a la técnica y se adicionó el efecto de manera escrita para cada componente, lo anterior para una mejor y clara comprensión del efecto o impacto sobre el ambiente.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

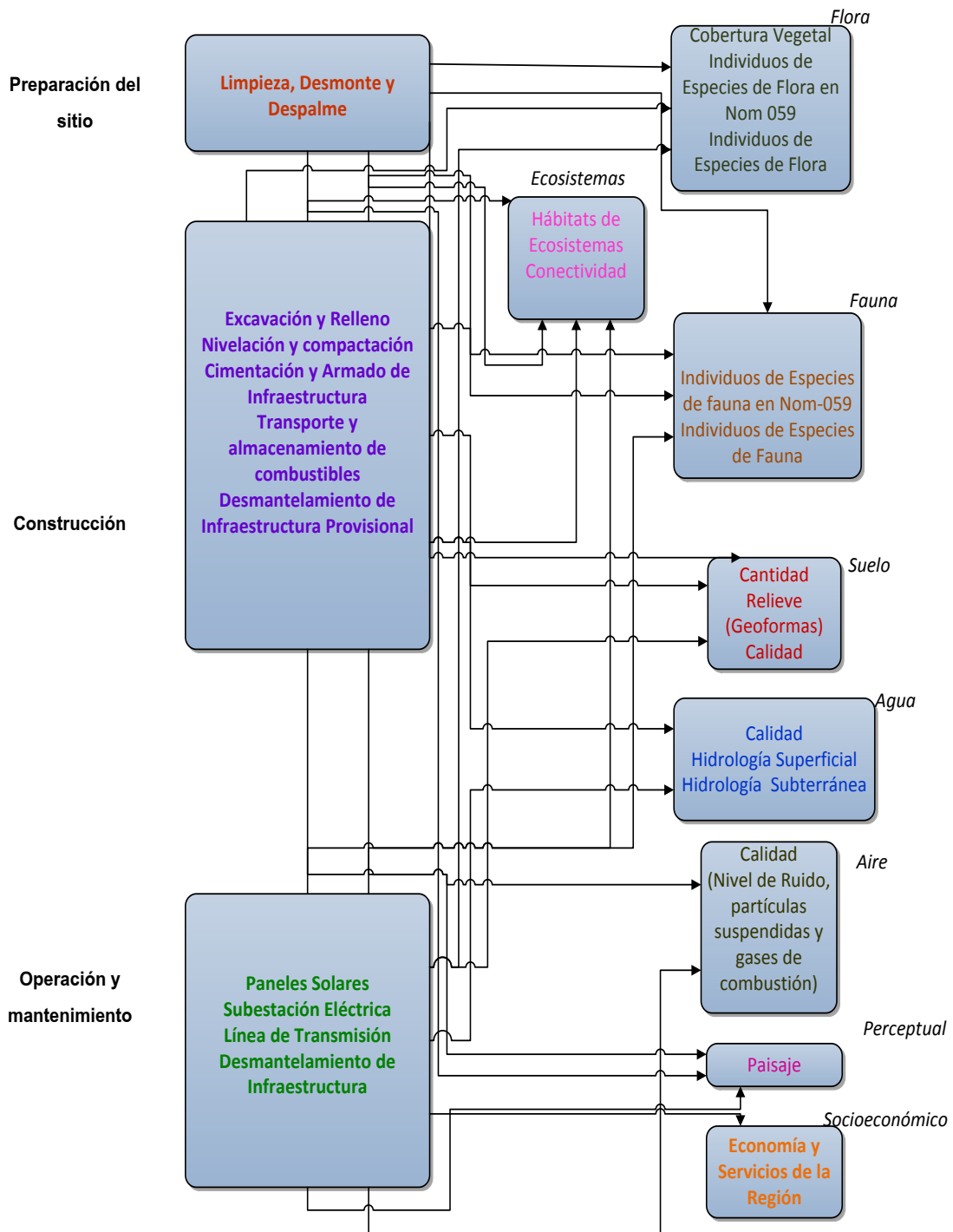


Figura V.2. Grafo de Interacción causa-efecto.

### V.2.3.3. Matrices de interacción

Siguiendo la observación que hace Gómez-Orea, y mencionada anteriormente, respecto de la conveniencia de considerar la técnica del grafo y la de las matrices de forma complementaria, se elaboró la siguiente matriz de interacciones o de identificación de impactos (Tabla V.5), tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información cuantitativa generada con el SIG, además de la prospección ambiental del área, y unidades ambientales definidas.

La matriz de interacciones se implementó considerando las actividades previstas por el proyecto (Capítulo II) y los factores ambientales relevantes por componente ambiental potencialmente afectables (Tablas V.1 y V.2). Esta matriz se denominó *Matriz de Identificación de Impactos* (Tabla V.5), la cual permite identificar los impactos negativos que generará el proyecto, evidenciando qué componente ambiental es el más afectado por el desarrollo del proyecto y la etapa del desarrollo del mismo que generará más efectos positivos o negativos, así como la cuantificación de las acciones que generarán con mayor recurrencia cada impacto identificado. Como ya se mencionó anteriormente, esta primera matriz, apoya el análisis del grafo (Figura V.2.), y el SIG, enmarcados en todo momento por el juicio de expertos.

Cabe mencionar la importancia y valor del análisis descrito ya que no solo se identifican los impactos, sino que como resultado de ello se definirán posteriormente las medidas de prevención, mitigación y compensación que son integradas en programas que conforman el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental propuesto para el proyecto y que se describe en el siguiente Capítulo VI.

### V.2.3.4. Juicio de expertos

El juicio de expertos se consideró en todo momento para la identificación, caracterización, y evaluación de los impactos del proyecto.

A continuación se presenta la matriz que se elaboró para el proyecto:

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

**Tabla V. 5.** Matriz de identificación de impactos

Etapa		Preparación del sitio	Construcción				Operación y mantenimiento	Totales		
			Desmonte, despalme y limpieza.	Trazo, excavación y compactación Cortes y rellenos y nivelación	Cimentación y armado de infraestructura	Transporte y almacenamiento de combustibles		Desmantelamiento de infraestructura provisional	Mantenimiento de infraestructura	Total de interacciones
Procesos y componentes Ecosistémicos y Antropogénicos		Factor								
Agua	Hidrología subterránea	1	1					2	0	2
	Hidrología superficial	1	1					2	0	2
Suelo	Cantidad		1					1	0	1
	Calidad	1	1	1	1	1	1	6	1	5
	Relieve (Geoformas)		1					1	0	1
Aire	Calidad (Ruido, partículas suspendidas, gases)	1	1	1	1	1		5	0	5
Flora	Cobertura vegetal	1						1	0	1
	Individuos de especies de flora	1						1	0	1
	Individuos de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010	1						1	0	1

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Etapa		Preparación del sitio	Construcción				Operación y mantenimiento	Totales		
			Desmonte, despalme y limpieza.	Trazo, excavación y compactación Cortes y rellenos y nivelación	Cimentación y armado de infraestructura	Transporte y almacenamiento de combustibles		Desmantelamiento de infraestructura provisional	Mantenimiento de infraestructura	Total de interacciones
Fauna	Individuos de especies de fauna	1	1	1		1	1	5	1	4
	Individuos de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010	1	1	1		1	1	5	1	4
Ecosistemas	Hábitats	1	1			1	1	4	1	3
	Conectividad	1						1	0	1
Paisaje	Recurso escénico natural	1	1	1	1	1		5	1	4
Socioeconómico	Creación de empleos y beneficios en la economía local	1	1	1	1		1	5	5	0
<b>TOTAL</b>								45	10	35

En la Tabla V.5 correspondiente a la *Matriz de identificación de impactos (Interacciones proyecto-entorno)*, se analizaron las interacciones proyecto-entorno, desglosando el proyecto en etapas y éstas a su vez en acciones concretas que pudieran afectar al entorno; asimismo, se expresaron como componentes y factores que pudieran verse afectados por las acciones del proyecto. De ello se identificaron 45 interacciones entre las 6 acciones del proyecto y 15 procesos y/o componentes ecosistémicos y antropogénicos que pueden ser afectados, las cuales la mayor parte se concentra en el suelo y la fauna y los ecosistemas; de éstas 35 interacciones se consideran negativas y en relación a las etapas del proyecto, 12 son relativas a la etapa de preparación del sitio, 19 a la etapa de construcción, y 4 a la etapa de operación y mantenimiento.

#### V.2.4. Cribado y denominación de las interacciones o impactos

De las interacciones encontradas en la *Matriz de identificación de impactos*, se realizó un cribado, es decir, se analizan cuáles son los efectos que resultan de dichas interacciones entre las obras o actividades y los factores ambientales que intervienen, para el caso del presente proyecto se tienen 14 impactos ambientales (negativos).

En la Tabla V.6 se enlistan los impactos ambientales identificados, denominándolos en términos de la alteración que introduce la actividad en los factores del entorno.

**Tabla V. 6.** Factores e impactos ambiental y procesos a los que corresponden.

Procesos/Componentes ambientales	Factor	Impacto Ambiental
Agua	Hidrología subterránea	Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo
	Hidrología superficial	Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial
Suelo	Cantidad	Pérdida de suelo
	Calidad	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos
	Relieve (Geoformas)	Alteración de geoformas
Aire	Calidad	Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión
Flora	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal

Procesos/Componentes ambientales	Factor	Impacto Ambiental
	Individuos de especies de flora	Pérdida de individuos de especies de flora
	Individuos de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida de individuos de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Fauna</b>	Individuos de especies de fauna	Pérdida de individuos de especies de fauna
	Individuos de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Pérdida de individuos de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Ecosistemas</b>	Hábitats	Pérdida de hábitats
	Conectividad	Pérdida de conectividad
<b>Perceptual</b>	Paisaje	Alteración o modificación de los paisajes naturales.

## V.2.5. Valoración de impactos

Según Gómez-Orea (2002), el valor de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración. Se puede concretar en términos de magnitud y de incidencia de la alteración.

- La **magnitud** representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado<sup>2</sup>.
- La **incidencia** se refiere a la severidad: grado y forma de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia, y recuperabilidad.

## V.2.6. Caracterización de Impactos: índice de incidencia

Como se mencionó anteriormente, la incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración, por lo que tomando como base el juicio de expertos, la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales, y el grafo que le dio origen, se generó

<sup>2</sup> Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de este MIA-R, se refiere al SAR definido.



una tabla de impactos ambientales por componente o proceso y factor ambiental (Tabla V.6), a dichos impactos se atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1 mediante la aplicación del modelo conocido que se describe a continuación, propuesto por Gómez Orea (2002)<sup>3</sup>, de manera que la autoridad pueda replicarlos al evaluar la MIA:

- 1) Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo, es decir el carácter del atributo, mismo que se cita en la Tabla V.7;
- 2) Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo par la más favorable (Tabla V.7), cabe hacer mención que para mayor claridad sobre la aplicación de cada valor, así como para su reproducción por parte de la DGIRA, se definió cada rango en la Tabla V.8;
- 3) El índice de incidencia de cada impacto, se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que se muestra a continuación, por medio de la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto (Tabla V.7) y sus rangos de valor o escala de la Tabla V.8:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc^4 \quad \text{Expresión V.1}$$

- 4) Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

$I_{\max}$  = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

$I_{\min}$  = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

**Tabla V. 7.** Atributos de los impactos ambientales

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	Benéfico	Positivo (+)
	Perjudicial	Negativo (-)

<sup>3</sup> Domingo Gómez Orea (2002), página 330

<sup>4</sup> Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Página. 330

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Consecuencia (C)	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia (S)	No sinérgico	1
	Sinérgico	3
Momento o tiempo (T)	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	3
Periodicidad (Pi)	Periódico	3
	Aparición irregular	1
Permanencia (Pm)	Permanente	3
	Temporal	1
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	irrecuperable	3

Como resultado de la aplicación de los pasos descritos, se obtuvo la Tabla V.9. *Matriz de Caracterización de impactos ambientales*, misma que permite:

- a) Evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia.
- b) Conocer los componentes o procesos ambientales más afectados por el proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

**Tabla V. 8.** Descripción de la escala de los atributos

Atributos	Escala		
	1	2	3
<b>Consecuencia (C)</b>	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
<b>Acumulación (A)</b>	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
<b>Sinergia (S)</b>	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
<b>Momento o Tiempo (T)</b>	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 año.	Mediano: la acción dura más de 1 año y menos de 5 años.	Largo: la actividad dura más de 5 años.
<b>Reversibilidad del impacto (R)</b>	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
<b>Periodicidad (Pi)</b>	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
<b>Permanencia (Pm)</b>	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Atributos	Escala		
	1	2	3
<b>Recuperabilidad (Ri)</b>	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.		Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).

**Tabla V. 9.** Matriz de caracterización de impactos.

Procesos/Componentes ambientales	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (R)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia
<b>Agua</b>	Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo	N	1	1	1	1	2	1	1	1	9	0.0625
	Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial	N	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.5
<b>Suelo</b>	Pérdida de suelo	N	3	1	1	3	3	1	3	3	18	0.625
	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos	N	1	1	1	2	2	1	1	1	10	0.125

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Procesos/Componentes ambientales	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (R)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia
	Alteración de geformas	N	3	1	1	3	3	1	3	3	18	0.625
<b>Aire</b>	Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión	N	3	3	1	1	1	1	1	1	12	0.25
<b>Flora</b>	Pérdida de cobertura vegetal	N	3	3	1	3	3	1	3	3	20	0.75
	Pérdida de individuos de especies de flora	N	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.5
	Pérdida de individuos de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.5
<b>Fauna</b>	Pérdida de individuos de especies de fauna	N	1	1	1	3	3	1	3	1	14	0.375
	Pérdida de individuos de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	1	1	1	3	3	1	3	1	14	0.375
<b>Ecosistemas</b>	Pérdida de hábitats	N	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.5

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Procesos/Componentes ambientales	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (R)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia
	Pérdida de conectividad	N	1	1	1	3	3	1	3	1	14	0.375
<b>Paisaje</b>	Alteración o modificación de los paisajes naturales.	N	3	3	1	3	3	1	3	1	18	0.625

Tabla V. 10. Matriz de Jerarquización de Impactos.

Procesos/Componentes ambientales	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (R)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia
<b>Flora</b>	Pérdida de cobertura vegetal	N	3	3	1	3	3	1	3	3	20	0.75
<b>Suelo</b>	Pérdida de suelo	N	3	1	1	3	3	1	3	3	18	0.625

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Procesos/Componentes ambientales	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (R)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia
	Alteración de geformas	N	3	1	1	3	3	1	3	3	18	0.625
Paisaje	Alteración o modificación de los paisajes naturales.	N	3	3	1	3	3	1	3	1	18	0.625
Agua	Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial	N	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.5
Flora	Pérdida de individuos de especies de flora	N	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.5
	Pérdida de individuos de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.5
Ecosistemas	Pérdida de hábitats	N	3	1	1	3	3	1	3	1	16	0.5
Fauna	Pérdida de individuos de especies de fauna	N	1	1	1	3	3	1	3	1	14	0.375
	Pérdida de individuos de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010	N	1	1	1	3	3	1	3	1	14	0.375

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Procesos/Componentes ambientales	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o Tiempo (T)	Reversibilidad (R)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia
Ecosistemas	Pérdida de conectividad	N	1	1	1	3	3	1	3	1	14	0.375
Aire	Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión	N	3	3	1	1	1	1	1	1	12	0.25
Suelo	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos	N	1	1	1	2	2	1	1	1	10	0.125
Agua	Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo	N	1	1	1	1	2	1	1	1	9	0.0625

Los impactos señalados en anaranjado son significativos, en amarillo son no significativos y los señalados en verdes son despreciables.



### **Descripción y análisis de resultados obtenidos a partir de la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales y Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales.**

En la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales (véase Tabla V.9) se obtuvo como resultado la evaluación de los impactos ambientales en función al índice de incidencia. La Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales (véase Tabla V. 10. **Matriz de Jerarquización de Impactos.**), es solamente una variante de la de Caracterización de Impactos Ambientales, en la que se ordenan los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Una vez acotados el resto de los impactos se tiene que el impacto adversos significativo más relevante por su incidencia, sin medidas de mitigación, es: pérdida cobertura vegetal; al mismo tiempo, este impacto se considera acumulativo y residual. Por otro lado, los demás impactos relativos a los componentes de flora y fauna, suelo y ecosistemas, paisaje, y los procesos geohidrológico e hidrológico superficial, aun cuando se consideran “no significativos” en términos de su incidencia, se proponen **Programas** que permitan prevenir estos impactos, los cuales se describen en el siguiente capítulo. Todos estos impactos se analizan a mayor detalle en el apartado de descripción de impactos ambientales. Más adelante se realizará el análisis para impactos residuales y acumulativos.

Con base en los valores obtenidos para la incidencia de cada impacto, se asignaron las categorías mostradas en la Tabla V. 11. Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados., mismas que corresponden a los colores usados en la matriz de jerarquización, que si bien resultan del uso de una técnica determinada, en su interpretación se ajustan a las especificidades del SAR en cuanto a continuidad de los componentes y factores que definen a los ecosistemas que ocurren en la región y a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y que se analiza con mayor detalle en los apartados posteriores.

**Tabla V. 11.** Categorías de significancia de los impactos ambientales evaluados.

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.65
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Mayor a 0.66

De la anterior clasificación de impactos, si bien como se comentó anteriormente, es una clasificación previa en esta etapa de la evaluación, es conveniente acotar que los impactos despreciables, serán aquellos que no se van a considerar en la valoración de impactos, es decir, aún cuando en esta etapa hemos efectuado una valoración de los impactos, a nivel de la incidencia, debemos seguir evaluando los impactos por su magnitud y finalmente su significancia, por lo que, dicho análisis dejará excluidos a los impactos clasificados como “despreciables” aunque no por ello no se tomen en cuenta en el establecimiento de medidas para su prevención, mitigación, o compensación en el siguiente capítulo. Lo anterior se deriva de la propuesta de Gómez Orea sobre no estudiar todos los impactos con la misma intensidad, sino que conviene centrarse sobre los impactos clave.<sup>5</sup>

#### V.2.7. Caracterización de Impactos: determinación de la magnitud.

Como se mencionó anteriormente, el valor de un impacto se expresa en términos de la incidencia y la magnitud, y en consecuencia la relevancia o significancia de un impacto.

La **magnitud**, como ya se citó anteriormente, representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado<sup>6</sup>, misma que para el proyecto, se expresará en términos de la extensión de la alteración al componente en relación al SAR.

<sup>5</sup> Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pág. 324

<sup>6</sup> Marco de referencia: espacio geográfico en relación con el cual se estima el valor de un impacto, que para el caso de este MIA-R, se refiere al SAR definido.

Retomando los resultados en la matriz de jerarquización, por su incidencia y magnitud en términos de extensión, los impactos más relevantes son: Pérdida de la cobertura vegetal, pérdida de suelo, alteración de geformas; sin embargo, estos no representan una afectación a la integridad funcional del ecosistema.

#### **V.2.8. Caracterización de Impactos: determinación de la significancia.**

La determinación de la magnitud, así como de la significancia de un impacto es, según Gómez Orea (2002), la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental, para poder estimar la alteración de los diferentes componentes ambientales así como su medición, por lo que se requiere de un conocimiento profundo y especializado de los mismos, así como de la legislación que les afecta y de los criterios utilizados por la comunidad científica, por lo que en esta etapa es en donde intervienen de manera más intensiva el juicio de expertos.

A continuación se describen los criterios usados por los mismos para determinar la significancia o relevancia de los impactos evaluados, que se fundamenta en la definición de “impacto significativo” establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

*IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;*

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar límites establecidos en normas jurídicas específicas, por lo que antes de pasar al análisis específico de la relevancia de los mismos, es necesario describir y analizar los criterios que con base en dicha definición se tomaron en consideración en este caso, los cuales fueron los siguientes:

##### **Criterio jurídico.**

El atributo de significativo o relevante lo alcanza un impacto cuando el componente o subcomponente ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia

especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM's, etc. Respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos en alguna disposición aplicable para la protección al ambiente. En este último caso, es por ejemplo conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:

- Probablemente extinta en el medio silvestre,
- En peligro de extinción,
- Amenazadas y
- Sujeta a protección especial.

El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies radica en el estatus de protección que le asigne la Norma de acuerdo a su vulnerabilidad, así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de “en peligro de extinción” puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial.

Igualmente dentro de este criterio se consideran los límites y parámetros establecidos en los instrumentos legales, normativos y de política ambiental que de acuerdo a los Artículos 28 y 35 de la LGEEPA deben considerarse en la evaluación de impacto ambiental.

#### **Criterio ecosistémico (integridad funcional).**

El nivel significativo de un impacto se reconoce cuando es capaz de afectar el funcionamiento de uno o más procesos del ecosistema, de forma tal que su efecto puede generar una alteración entre componentes ambientales y generar un desequilibrio ecológico.

#### **Criterio de calidad ambiental (percepción del valor ambiental).**

El carácter de significativo lo alcanza el impacto por el conocimiento generalizado que se pudiera tener acerca de la importancia o escasez del recurso, ambiente o ecosistema a ser impactado. Este criterio se basa en dictámenes técnicos o científicos, tales como los estudios realizados para la presente MIA-R.

#### **Criterio de capacidad de carga.**

La significancia de este tipo de impactos se mide en razón de la posible afectación a la capacidad de asimilación, recuperación o renovación de recursos naturales.

Por ejemplo, este criterio se aplica cuando se pretende afectar a una especie, cuyo rango de distribución es tan limitado que los efectos ambientales en el predio ponen en riesgo la permanencia de la misma. O cuando se vierten desechos, efluentes o emisiones a un cuerpo receptor en una proporción mayor que la capacidad natural de asimilación y/o dispersión.

### V.3. Análisis de la significancia de los impactos por componente.

Con base en la definición de impacto ambiental significativo expresado en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental y en los criterios jurídicos y ambientales descritos anteriormente, a continuación se analiza cada uno de los componentes del ambiente relacionado con el proyecto y los impactos ambientales identificados para el caso de dicho componente, así como la determinación en términos de la relevancia potencial que se le asigna. Cabe hacer la aclaración que de dicho análisis se excluyen los impactos ambientales positivos. Asimismo, se incluyeron en dicho análisis los impactos No significativos y despreciables, debido a su valor social, ambiental y jurídico que le compete. Por lo que los impactos a ser analizados se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla V. 12.** Impactos Ambientales sujetos a ser analizados.

Impacto
Pérdida de cobertura vegetal
Pérdida de suelo
Alteración de geoformas
Alteración o modificación de los paisajes naturales.
Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial
Pérdida de individuos de especies de flora
Pérdida de individuos de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010

<b>Impacto</b>
Pérdida de hábitats
Pérdida de individuos de especies de fauna
Pérdida de individuos de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Pérdida de conectividad
Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión
Contaminación del suelo por mal manejo de residuos
Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo

El análisis se presenta en forma de una tabla para cada componente la cual incluye los siguientes elementos: a) Componente y factor; b) Síntesis de caracterización del componente; c) Impactos previsible y su índice de incidencia; d) Determinación de la relevancia que se le asigna; y e) Razonamientos para dicha determinación.

Asimismo, para su evaluación, se describieron los impactos según atributos consensuados de manera de mejorar su análisis y priorizar las acciones de mitigación según la relevancia de los efectos:

#### Alcance geográfico del impacto

Impacto con ámbito en entorno inmediato: Afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta la zona de estudio directa.

Impacto con ámbito en entorno local: El efecto ocurre hasta los límites del predio.

Impacto con ámbito en entorno regional: El efecto se manifiesta a nivel del SAR (subsistemas hidrológicos)

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Pérdida de cobertura vegetal	Flora	0.75
Pérdida de individuos de especies de flora		0.5
Pérdida de individuos de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010		0.5

La pérdida de cobertura vegetal por las actividades de desmonte y despalden realizadas en la etapa de preparación del sitio, es uno de los impactos ambientales más significativos en términos de magnitud e importancia; esto se debe a la superficie de afectación que se pretende remover (véase detalles de superficies de afectación en el Capítulo II), se considera significativo debido a la estrecha relación que tiene con otros componentes ambientales como el suelo, la fauna, la conectividad, el agua, etc., sin embargo, como se menciona en el capítulo IV de esta MIA, así como en la descripción de este componente, el tipo de vegetación que se afectará se encuentra ampliamente distribuido en México, ya que pertenece a la región “Desierto de Sonora”, el cual tiene una extensión de 260,000 km<sup>2</sup>, abarca parte del sur de los estados de Arizona y California en los Estados Unidos de América, prácticamente la totalidad de la península de Baja California y las islas del Golfo de California, y cerca del 40% del territorio del estado de Sonora en México. En donde se identifican tres tipos de vegetación presentes en el SAR, siendo el de mayor distribución el matorral xerófilo, que se establece en las tres cuencas hidrológicas del área de estudio; el segundo tipo de vegetación es la vegetación halófila (salitral) que se encuentra dentro del segmento final de la bajada aluvial, adyacente a la línea de costa; el tercer tipo de vegetación es el correspondiente a las dunas costeras que se forman en el margen litoral del SAR, el cual no será afectado por el desarrollo del proyecto.

Cabe destacar que las obras relacionadas con el proyecto implican el cambio de uso de suelo, es decir habrá retiro de la vegetación por la construcción de las obras. La vegetación presente en el sitio del proyecto, de acuerdo con los resultados del muestreo forestal se determinó que corresponde en su totalidad a una superficie forestal de Matorral xerófilo (microfilo), existiendo en el predio 24 especies de flora; de las cuales se registraron únicamente dos especies de flora listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Ferocactus cylindraceus* en el estatus de Protección especial (Pr), perteneciente al Orden de las Caryophyllales, Familia Cactaceae y *Lophocereus schotti* en el mismo estatus así como perteneciente al mismo Orden y Familia.

Bajo el contexto anterior, con el desarrollo del proyecto se tiene que serán afectadas especies con relevancia ambiental, como la *Larrea tridentata*, además de ser la especie más frecuente y destaque por sus altos valores de peso ecológico Por lo que el impacto del cambio de uso de suelo será Negativo, sin embargo, dado que la afectación del proyecto representa un mínimo porcentaje del SAR, este impacto se considera significativo únicamente a nivel local, quedando fuera cualquier afectación a nivel regional, asimismo, se contemplan una serie de medidas de mitigación, a fin de minimizar afectaciones a este componente por las actividades de desmonte, despalden, manejo de residuos (sólidos, líquidos y peligrosos).

Dado que la generación de residuos que supone tanto la construcción y en menor medida en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, sin una

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Pérdida de cobertura vegetal	Flora	0.75
Pérdida de individuos de especies de flora		0.5
Pérdida de individuos de especies de flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010		0.5

disposición adecuada de los mismos, pueden generar afectaciones a los individuos de especies de flora de la zona afectada, ya que cambiaría la alteración de la composición de los nutrientes según el tipo de residuos y por tanto, la pérdida de la capacidad de regeneración de la flora, por lo que, a fin de minimizar este posible impacto, en el siguiente apartado de *Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales*, se presenta de manera detalla el **Programa de Manejo Integral de Residuos**.

Tomando en cuenta el análisis anterior de los dos impactos al componente flora, el proyecto contará con el **Programa de Manejo Integral de Flora** que incluye acciones de rescate de especies de interés especial, incluyendo las especies identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, previo a las labores de remoción de vegetación.

Asimismo el proyecto incluye **Programa de Supervisión y Gestión Ambiental**, en el que se incluyen medidas de delimitación con malla ciclónica las áreas de mayor importancia en cuanto a su función y colocar letreros alusivos al cuidado del medio ambiente, por ejemplo, los siguientes:

- Prohibido tirar basura.
- No romper las ramas de los árboles.
- No colocar propaganda de comercios y/o eventos sociales en las ramas de los árboles o sus troncos.
- No efectuar incisiones en los troncos de los árboles.

Para garantizar el cuidado y la preservación de los matorrales, dado que aún no se tiene una cultura ecológica y de respeto hacia la vegetación, el proyecto contempla un **Programa de Difusión y Educación Ambiental**, dirigido a los trabajadores, donde se incluyan acciones de elaboración, difusión y distribución de manuales de manejo ambiental.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Pérdida de suelo	Suelo	0.625
Contaminación del suelo por mal manejo de residuos		0.125
Alteración de geoformas		0.625

El suelo es el componente que presenta un grado de afectación relativamente alto principalmente durante la etapa de preparación del sitio, por el cambio de uso de suelo, ya que durante los trabajos de desmonte y despalme, las características fisicoquímicas del suelo se verán afectadas, debido a que el suelo al quedar expuesto, es más propenso a un incremento de los procesos de erosión eólica e hídrica, lo cual puede repercutir en una pérdida de suelo; asimismo, hay cambios en la textura, porosidad, porcentaje de humedad y contenido de materia orgánica, aunado a las cimentaciones que se requieren para el área de generación de energía fotovoltaica. Asimismo, durante las etapas de construcción y operación y mantenimiento, el mal manejo de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos, provenientes de acciones propias de las actividades de los trabajadores, podría alterar la calidad del suelo.

Derivado de lo anterior, el deterioro de la calidad del suelo es un impacto importante a evaluar, ya que éste se encuentra estrechamente relacionado con otros componentes ambientales como la cobertura vegetal, los procesos hidrológicos, destrucción del micro hábitat del suelo, etc., por tanto, éste impacto se considera negativo, de efecto puntual, con duración temporal y residual.

Específicamente, el impacto de deterioro de la calidad del suelo puede ocurrir principalmente por:

- Desmonte y Despалme.
- Cimentaciones que se requieren para el área de generación de energía fotovoltaica.
- Contaminación del suelo con aceite, grasa y/o combustible por la operación de la maquinaria, así como la acumulación de residuos sólidos, líquidos y peligrosos.

Por otro lado el impacto por pérdida de suelo, principalmente está relación con:

- Erosión asociada con las actividades del tráfico en las áreas desmontadas y despalmadas.

De acuerdo a la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS) la erosión hídrica en la zona es de moderada a ligera, esto se debe a que aun cuando llega a haber precipitaciones considerables la mayor parte del agua se infiltra rápidamente. También es importante mencionar que en zonas desérticas la evaporación representa casi el 90% debido a las altas temperaturas. El poco efecto de la erosión hídrica en la zona se debe en parte a la escasez de precipitación en la región, la predominancia de una planicie y a las características físicas y químicas del suelo, las cuales favorecen que la mayor parte del agua se infiltre. La

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Pérdida de suelo	Suelo	0.625
Contaminación del suelo por mal manejo de residuos		0.125
Alteración de geoformas		0.625

ausencia de pendientes pronunciadas también favorecen que el arrastre de sedimentos sea mínimo y solo se dé de manera temporal, principalmente en eventos extremos como huracanes a lo largo de las zonas de escorrentías. De ahí que el impacto de pérdida de suelo por erosión hídrica no sea considerado como significativo.

En lo referente a la alteración de los procesos geomorfológicos, es importante mencionar que esto puede ocurrir principalmente por las actividades de excavación, relleno, nivelación y compactación, por lo que sólo se presenta durante la etapa de construcción, generando pérdida de suelo vegetal que acelere el potencial de erosión (hídrica y eólica). Aun y cuando el impacto se considera puntual, la duración es permanente, ya que persistirá aun después de la vida útil del proyecto, no existen medidas para mitigar, prevenir o compensar este impacto. Al respecto, los procesos geomorfológicos en la región donde se ubica el SAR y predio del proyecto han modelado el relieve y paisaje. Como resultado la mayor parte de la región esta formada por planicies aluviales, cuyas características de suelo y tipos de roca han determinado los procesos que se dan a escalas más locales como es el tipo de arrastre de sedimentos, y los procesos hidrológicos que se dan. Estas características han llevado a que el SAR y predio, se ubiquen en la provincia Desierto o Llanura Sonorense. En el SAR la forma fisiográfica principal es la *Gran Bajada con Lomerío*, la cual posee pendientes bajas (menores a 20°) sin embargo, al pie de las sierras presenta pendientes moderadamente pronunciadas (entre 20° y 30°). Otras formas menos abundantes son la *Sierra Escarpada Compleja* y la *Sierra Escarpada del Noroeste*. El relieve del predio principalmente está conformado por planicies de 0 a 200m y poca variedad de geoformas. Dado que los procesos geomorfológicos se dan a escala regional el proyecto no causará ninguna modificación ya que el diseño del proyecto está contemplado para que el sembrado del proyecto altere lo menos posible la geomorfología, además de que el efecto será solo a escala local.

Respecto a la contaminación del suelo por disposición inapropiada residuos líquidos, sólidos y peligrosos, este posible impacto será atendido por el **Programa de Manejo Integral de Residuos**, que incluye acciones como contar con un sitio específico de almacenamiento de combustibles, los residuos generados en la obra serán separados y resguardados por tipo de residuo (restos vegetales, productos de excavación, concreto fallido, etc.), los cuales serán dispuestos en un sitio de tiro autorizado por el Ayuntamiento de Pitiquito. En el caso específico de los paneles solares, dado que los módulos fotovoltaicos tienen una vida útil técnica de más de 30 años. Las predicciones de los residuos de módulos FV dependen de multitud de factores diferentes. Los más importantes, que influyen en la cantidad de residuos generados, son los siguientes:

- Daños durante el transporte
- Daños durante la instalación

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Pérdida de suelo	Suelo	0.625
Contaminación del suelo por mal manejo de residuos		0.125
Alteración de geoformas		0.625
<ul style="list-style-type: none"> <li>Casos de garantía</li> </ul> <p>En este sentido, es necesario aclarar que el proyecto contempla, si fuera el caso, el reciclaje de las células fotovoltaicas mediante una tecnología que habitualmente contiene hasta un 80% de vidrio y que consta de tres pasos principales. Los materiales obtenidos mediante este proceso orientado al vidrio plano son metales ferrosos y no ferrosos, vidrio, laminillas de silicio y plásticos, con una cuota de reciclaje media de aproximadamente un 85% (del peso de entrada, dependiendo de la tecnología de reciclaje). Esto estará a cargo de la empresa proveedora de los módulos fotovoltaicos. Con lo cual se garantiza la reducción residuos especiales, así como de manera indirecta la reducción de emisiones contaminantes en la producción de los módulos fotovoltaicos.</p> <p>Por lo que se determina que los impactos al componente suelo, no son relevantes, ya que no se verá afectada la integridad funcional del ecosistema con la implementación del proyecto.</p>		

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Pérdida de individuos de especies de fauna	Fauna	0.375
Pérdida de individuos de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010		
<p>Entre los efectos más significativos que suelen producirse por el cambio de uso de suelo podemos hacer énfasis a la afectación a individuos de especies de fauna silvestre y de especies incluidas en la NOM-059-SERMARNAT-2010.</p> <p>Estos impactos se dan a causa de la pérdida de cobertura vegetal por las acciones de desmonte y despalme, ya que al haber una pérdida de hábitats, las especies que utilizaban esta zona como refugio o área de reproducción, etc. se moverán a zonas mejor conservadas y en donde no se lleven a cabo actividades antropogénicas.</p> <p>Debido a las actividades de desmonte y despalme requeridos por el desarrollo del proyecto, podría suscitarse una disminución de abundancia y distribución faunística que habita en la zona, debido a que por las actividades y obras, se verán desplazadas las especies de fauna que interaccionan en la superficie</p>		

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Pérdida de individuos de especies de fauna	Fauna	0.375
Pérdida de individuos de especies de fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010		
<p>comprendida para el desmonte y despalme que se requiere para el desarrollo del proyecto. De los trabajos realizados en campo, se obtuvo una riqueza total de 53 especies de fauna silvestre para el área de estudio, repartidos por clase de la siguiente manera: dos anfibios, cinco reptiles, ocho mamíferos y 38 aves, de las cuales de conformidad con la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentran dos especies de reptiles: dos especies de reptiles listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Dichas especies son: <i>Callisaurus draconoides</i> (Lagartija cola de cebra) en la categoría de Amenazada y <i>Uta stansburiana</i> (Lagartija costado manchado) en la categoría de Amenazada.</p> <p>La valoración del impacto durante las actividades de desmonte y despalme sobre la fauna, está en función de la superficie afectada, en la cual serán aplicadas acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación y monitoreo de especies de lenta movilidad o aquellas que se encuentren dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, ya que estas son más susceptibles a sufrir daños a causa de las actividades que se lleven a cabo con la implementación de este proyecto, las cuales se incluyen dentro del <b>Programa Manejo Integral de Fauna</b>, que se presenta en el siguiente capítulo de la MIA-R.</p> <p>Es importante mencionar que la flora y la fauna que se verá afectada por el proyecto se encuentra presente a lo largo de todo el Desierto Sonorense; así mismo, ya que a pesar de que el área total del polígono del predio está dentro del del desierto Sonorense el porcentaje que es susceptible de sufrir alguna afectación es mínima ya que solo se verá afectada a nivel de predio y no a nivel de SAR, considerándose en todo momento como un impacto únicamente puntual.</p> <p>Por estas razones estos impactos se consideran NO relevantes, ya que con la correcta aplicación de las medidas propuestas en el capítulo VI, estos se mitigan significativamente, además de que únicamente se verán afectados algunos individuos y no habrá impacto sobre una especie como tal, por lo que se puede aseverar que este proyecto no ocasionara la extinción o pondrá en peligro a ninguna especie, garantizando así el correcto funcionamiento del ecosistema, respetando la integridad funcional del mismo.</p>		

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Pérdida de hábitats	Ecosistemas	0.5
Pérdida de conectividad		0.375

La fragmentación de los hábitats es una de las principales causas de pérdida de especies vulnerables, raras, endémicas o en alguna categoría de riesgo. Esto se debe a que cuando hay una disminución de la superficie del hábitat se incrementa el efecto de borde y se corre el riesgo de que al quedar los elementos aislados se pierda la funcionalidad. Por tanto en el proceso de alteración del ecosistema se dan dos etapas, la primera en la que la pérdida de hábitat y su deterioro son apreciables pero no inciden de forma irreversible sobre el funcionamiento del paisaje, y una segunda etapa que comienza cuando se excede umbral de pérdida de hábitat que conlleva al aislamiento de los retazos de hábitats.

La pérdida de conectividad y hábitats se da en este caso a causa de la pérdida de cobertura vegetal que sufrirá el predio, para la construcción del proyecto, con las actividades de desmonte y despalle en la etapa de preparación del sitio, sin embargo, se considera que la superficie que se desmontará es significativa únicamente a nivel local y no regional al representar solamente un mínimo porcentaje de la región geográfica Desierto Sonorense, además de que se proponen una serie de medidas tanto del sembrado del proyecto como de mitigación, con estas se prevé se prevendrá este impacto significativamente, una de ellas es la conservación de corredores biológicos naturales existentes, respetando la vegetación presente en los cauces primarios y secundarios; ya que la zona de arroyos presentes en el SAR es importante para el desplazamiento de grupos como las aves y los mamíferos, debido a que es ahí en donde hay mayor concentración de recursos (agua, alimento). Por lo que se pondrá énfasis en su cuidado y protección en los Programas planteados en el siguiente Capítulo, tal como el **Programa de Monitoreo de Corredores Biológicos**.

Este ambiente puede ser de mucha relevancia además que es en donde se pueden concentra los organismos para la reproducción (como en el caso de los anfibios en donde es evidente esta situación). Otra característica que tiene este ambiente es que, el entramado que forma puede funcionar como vía de dispersión o de movimiento de algunas especies, por lo que su importancia como corredor de fauna también es relevante. Por lo tanto, los arroyos deben tomarse en cuenta por su relevancia para el funcionamiento del ecosistema, así como la reforestación de con individuos de especies nativas del lugar, permitiendo así una mayor movilidad incluso en el SAR, por lo que con éstas medidas, estos impactos se consideran NO relevantes, ya que si bien se perderá una superficie significativa de hábitats, no se perderá la conectividad existente en el SAR y el impacto ocurrirá de manera local a nivel del predio, no ocasionando que la distribución de ninguna especie se vea reducida por la implementación del proyecto, por lo que se considera que estos impactos no afectaran la integridad funcional del ecosistema.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Alteración o modificación del paisaje natural	Paisaje	0.0625
<p>Las obras implícitas en el proyecto inducirán a la modificación de paisajes naturales. Específicamente, el cambio de uso del suelo no sólo tiene implicaciones negativas en la cantidad de recursos, sino en su arreglo espacial en el paisaje.</p> <p>El impacto visual por el área de afectación será de moderado a bajo ya que, se trata de una cuenca visual abierta, de modo que los paneles solares serán fácilmente perceptibles por su ubicación a 3 kilómetros del predio y podría verse magnificado por la presencia de obras asociadas, tales como la línea de transmisión.</p> <p>Los aspectos relevantes que inducirán los efectos paisajísticos principalmente son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El perímetro de la zona que será alterada por el cambio de uso de suelo o por la construcción de las obras</li> <li>• Si la vegetación colindante a la zona afectada es de mayor altura se produce una discontinuidad vertical bastante manifiesta. A este respecto se recomendará reforestar en los bordes de la zona a afectar.</li> <li>• Los impactos producidos por el cambio de uso de suelo en el paisaje natural serán notorios tras la ejecución de las obras del proyecto.</li> </ul> <p>Por lo que , para minimizar este posible impacto se proponen acciones de tipo estructural entre las cuales tenemos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocultar o alejar los elementos impactantes, especialmente de los puntos principales de observación. La magnitud del impacto visual decrece al aumentar la distancia de observación y con la existencia de obstáculos visuales que disminuyan las "partes vistas" del objeto impactante.</li> <li>• Utilizar el cerramiento visual natural como elemento que sirva de soporte o apoyo "visual" de los elementos impactantes, de modo que éstos no supongan una discontinuidad en el terreno natural y que no sobrepasen la línea del horizonte.</li> </ul> <p>Asimismo, se encuentran medidas de carácter compensatorio como Acciones de Reforestación, las cuales permitirán amortiguar los efectos en el medio perceptual, prohibiéndose además la acumulación permanente de tierra u otros materiales que pudieran provocar una disminución en los valores estéticos y/o paisajísticos del lugar durante la fase de construcción.</p> <p>Considerando lo anterior, el impacto se califica como NEGATIVO, y la escala se considera LIMITADA, al sitio del proyecto y la zona alrededor o circundante. La duración de LARGO PLAZO, ya que ocurrirá mientras estén instalados los paneles solares y en general la infraestructura y obras asociadas del mismo.</p>		

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Modificación de los patrones naturales de drenaje subterráneo	Geohidrológico	0.0625
Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial	Proceso hidrológico superficial	0.5

Las actividades contempladas por el desarrollo del proyecto podrían afectar los procesos hidrológicos superficiales y subterráneos principalmente por el cambio de uso de suelo, lo cual puede producir una interrupción de los sistemas de drenaje natural superficiales y la consiguiente modificación de los patrones naturales de drenajes naturales subterráneos, con posible disminución del recurso.

Al respecto, el proyecto se encuentra ubicado dentro de la Región Hidrológica No. 8 “Sonora Norte”, misma que comprende la porción noroeste del estado de Sonora, así como las Islas Tiburón y San Esteban. La región comprende una superficie de 64,127 km<sup>2</sup> de los que 7,950 corresponden a los Estados Unidos de Norteamérica y 56,177 a los Estados Unidos Mexicanos; dentro de estos últimos, 1,241 corresponden a las Islas Tiburón y San Esteban. Las únicas corrientes de importancia dentro de la región son los Ríos Concepción y Sonoita.

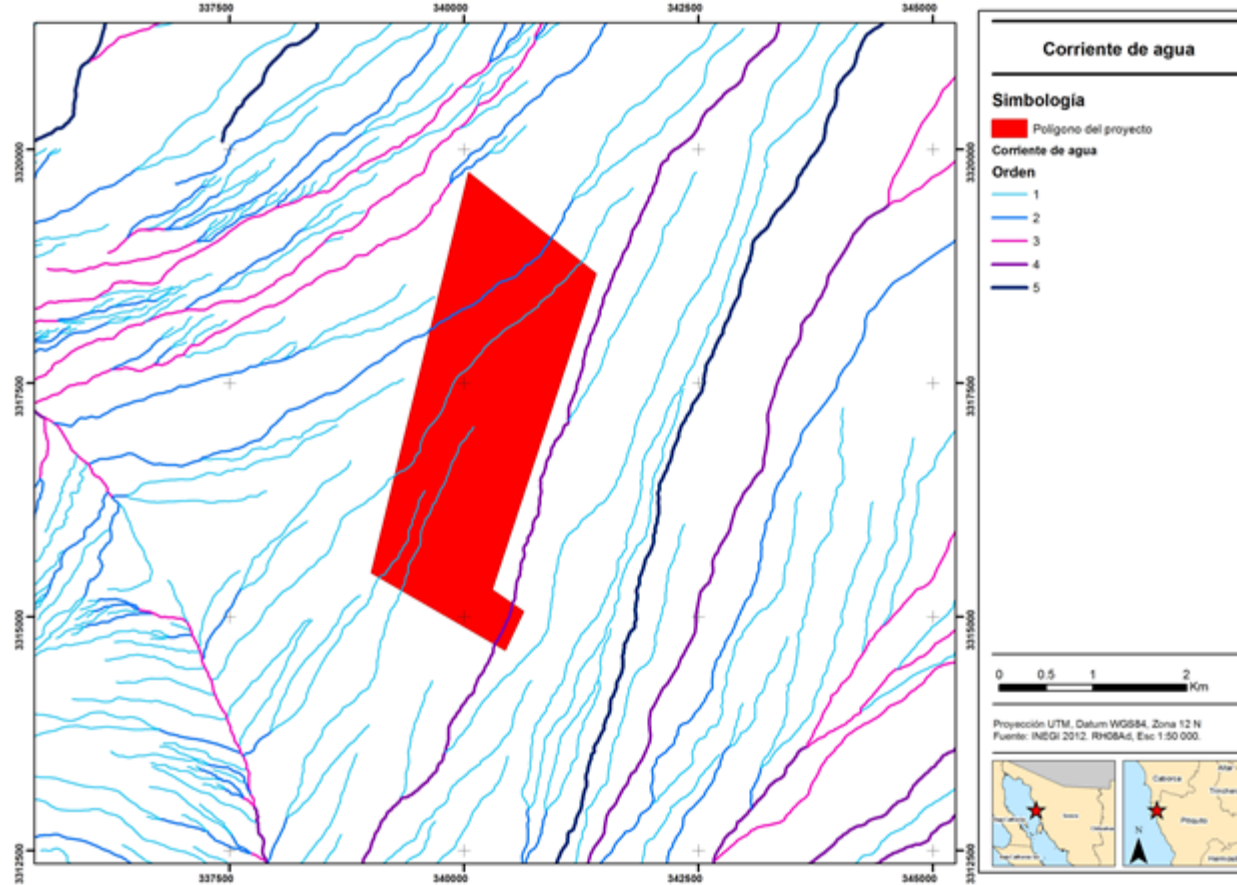
La corriente más importante dentro de la Región Hidrológica, es el Río San Ignacio, misma que se origina en el cerro “El Tordillo”, a una altitud de 1,120 m con curso inicial hacia el noroeste, que cambia al sur y luego al oeste, para desembocar en el Golfo de California. El aprovechamiento de los escurrimientos se lleva a cabo mediante la construcción de pequeños bordos de almacenamiento los que se utilizan para actividades pecuarias, ocupa 4.59% de la superficie estatal; la precipitación media anual es de 142 mm con un coeficiente de escurrimiento de 3.6%.

Asimismo, el proyecto se ubica dentro de la cuenca denominada Río San Ignacio, en esta cuenca los ríos y arroyos existentes tienen regímenes erráticos e intermitentes, debido a que sus escurrimientos medios anuales registran fuertes variaciones de un año a otro y sus caudales se reducen durante varios meses del año, hasta llegar a ser prácticamente nulos durante largos periodos (CNA, 2007).

Como hemos comentado, las obras implícitas en el proyecto podrían alterar los patrones de escurrimiento e infiltración. Hay varios factores que influyen para determinar el nivel de este impacto, por ejemplo. El cambio de la cobertura vegetal que ya presenta con anterioridad la zona del proyecto y sobre todo las condiciones particulares de hidrología superficial que presenta el sitio del proyecto tales como, la dinámica hídrica dominante.

Al respecto, cabe destacar que en la zona donde se ubicará el proyecto los escurrimientos son de primer y segundo orden, presentándose algunos de hasta tercer y cuarto orden. En éstos últimos es donde se concentra una mayor humedad, la cual se incrementa en laderas con orientación norte, lo que le confiere mejores condiciones para el desarrollo de suelo así como de vegetación y desarrollo de la fauna. Razón por la cual, estos escurrimientos o corrientes de tercer y cuarto orden juegan un papel importante en la conformación de sitios de resguardo para la fauna local.

En la siguiente imagen podremos ver los tipos de escurrimientos presentes en el predio del proyecto, (véase la siguiente figura).



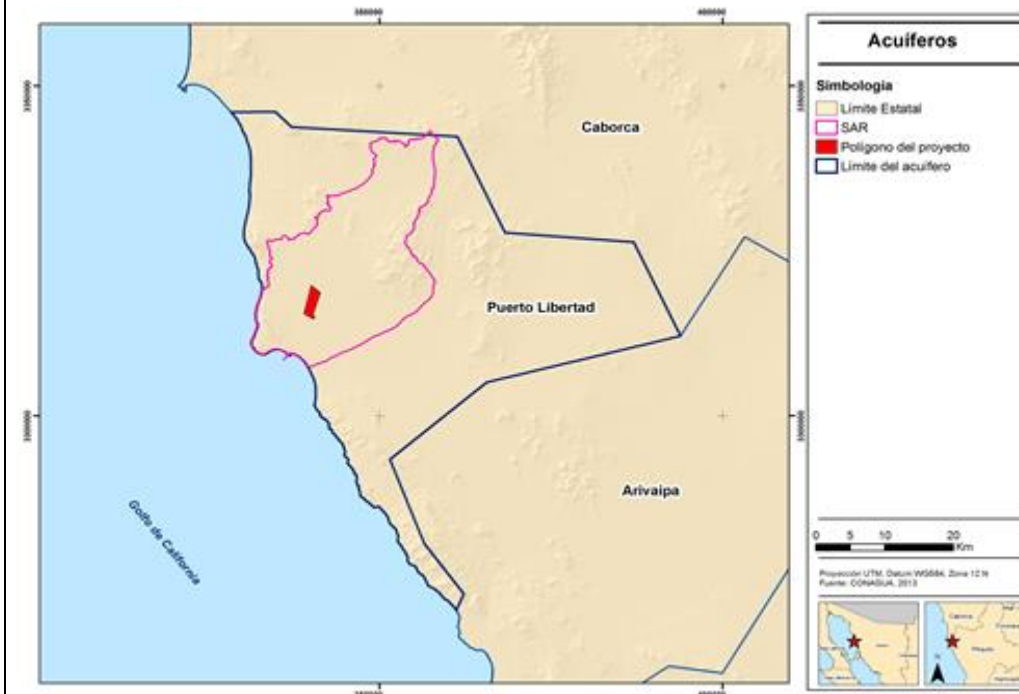
**Figura V.3.** Imagen que muestra los flujos hidrológicos de primer, segundo y cuarto orden dentro del polígono del proyecto.

Específicamente hay cinco escurrimientos en el predio donde se pretende instalar el proyecto, todos de tipo intermitente: tres de primer orden, uno de segundo orden y otro de cuarto orden. Por lo que como medida estructural se librá el arroyo de tipo intermitente de cuarto orden, así como la línea de transmisión. A modo de no afectar estos escurrimientos. En los escurrimientos de primer y segundo orden también se mantendrá una zona de protección a los



cauces. A modo de que estos no sean afectados. Ver detalles de dichas medidas estructurales en el Capítulo VI así como en el **Programa de Manejo de Flujos Hidrológicos**.

En lo que se refiere al agua subterránea, la zona funcional de captación y recarga del acuífero en la cuenca donde se ubica el proyecto, es a través de dos mecanismos. A nivel SAR, el proceso de recarga del acuífero se realiza a partir de la escasa precipitación, por lo que depende de la estacionalidad e intensidad de la temporada de lluvias. El ingreso o zona de recarga es a través de la zona de lomeríos, principalmente por el fracturamiento de las rocas graníticas así como por los depósitos aluviales que rellenan los valles intermontanos en la cuenca alta del SAR. El segundo punto de ingreso es a través de la misma planicie divergente debido a la granulometría de los materiales que han relleno las fosas que se formaron en eras geológicas pasadas. Así, la suma de ambas superficies son los que conforman el lente de agua dulce del acuífero. El acuífero también presenta un lente de agua salobre y salada, el cual es resultado de la intrusión salina proveniente de la costa. En la siguiente imagen podremos ver el límite del acuífero.

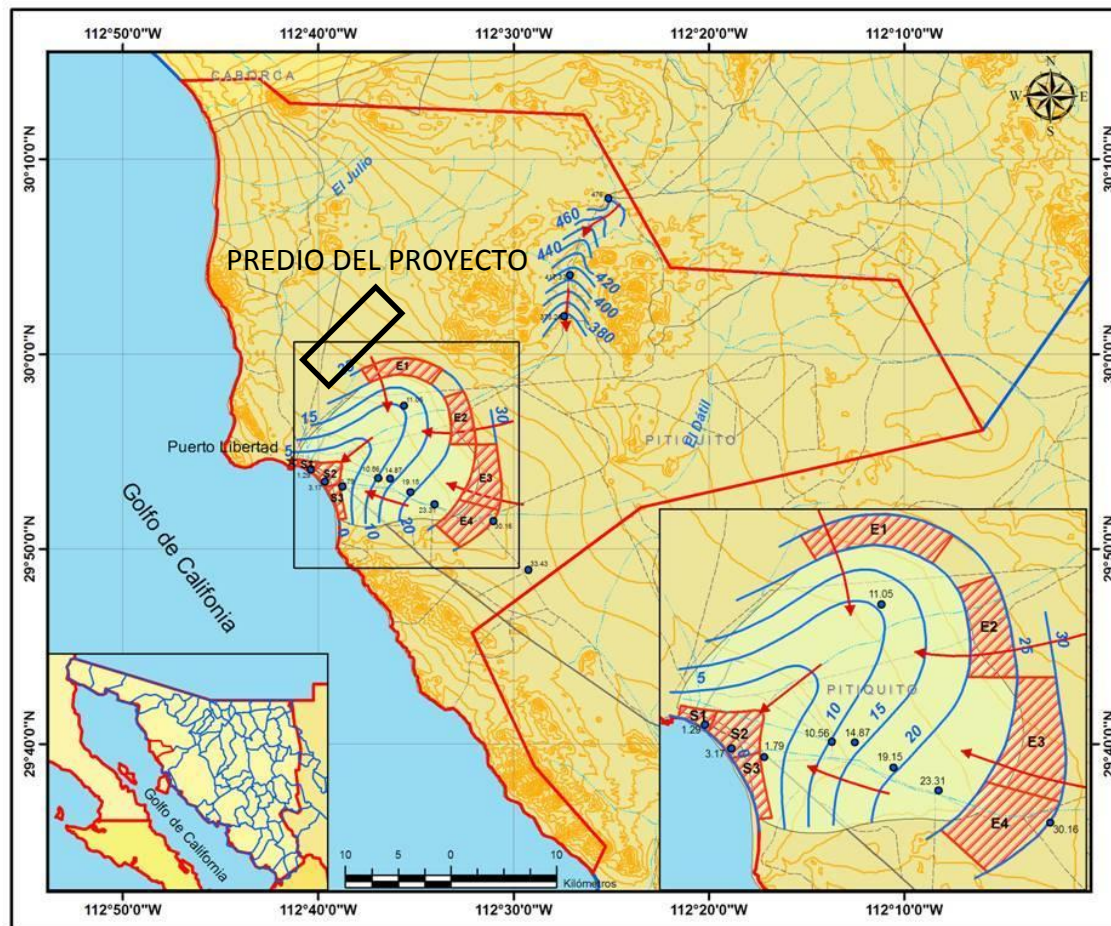


En lo referente a la calidad del agua en el acuífero Puerto Libertad, se definió mediante los parámetros fisicoquímicos analizados en función de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 para uso y consumo humano. Y las concentraciones identificadas en general se mantienen inferiores a los Límites Máximos Permisibles establecidos por la Norma Oficial Mexicana. Asimismo, casi la totalidad de los valores de CE registrados en los sitios de muestreo, se ubican dentro del rango del agua dulce.

De acuerdo con el análisis del modelo de funcionamiento hidrogeológico, la superficie del predio del proyecto contribuye al proceso de recarga del acuífero.

Véase la siguiente figura donde se visualiza la zonas de recarga del acuífero respecto a la superficie del proyecto.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"



**Figura V.4.** Elevación del nivel estático en msnm y zona de entradas (E) y salidas (S) del acuífero regional Puerto Libertad.

Sin embargo, tal y como se ha manifestado en el análisis hidrológico subterráneo en el Capítulo anterior, de manera general, toda la planicie divergente cumple con la misma función, y las áreas más importantes de ingreso de agua dulce al sistema hidrogeológico del acuífero Puerto Libertad se localizan hacia el sector sur del SAR, específicamente en la zona funcional media de las microcuencas C y D, donde la elevación del nivel estático refleja una concentración de los

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

flujos.

Por lo que se espera que el proyecto no genere una actividad que ejerza presión sobre los recursos hídricos, asimismo y como pocas de las actividades que ejercen presión en los procesos hidrológicos se establecerán también acciones de compensación dentro del Programa de Manejo Integral de Flora se presenta un subprograma de reforestación que favorecerá la captación de agua pluvial.

Impacto ambiental	Procesos/Componentes ambientales	Índice de incidencia
Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión	Aire	0.25
<p>Principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción habrá contaminación a la atmósfera principalmente por la generación de partículas en suspensión; asimismo, los vehículos que transportan el material, emiten gases producto de la combustión de los combustibles que requieren para su funcionamiento; aunado a lo anterior, debido al movimiento de personal y de maquinaria dentro del polígono del proyecto se generarán emisiones de ruido. Al respecto, la generación de polvo es evidente en términos estéticos y de paisaje, además de tener efectos nocivos contra la salud y la biota presente. Por lo que el proyecto considera mantener húmeda la zona de trabajo para evitar que las partículas de polvo puedan desplazarse a otros sitios. En forma similar, los residuos sólidos secos deben humedecerse levemente antes de su disposición final; asimismo, se asegurará que el transporte de materiales se realice en camiones cubiertos con lonas. Lo anterior es incluido en el siguiente Capítulo dentro del <b>Programa de Supervisión y Control Ambiental</b>.</p> <p>Como se indicó antes, habrá fuentes de ruido. El ruido suele ser similar al generado por cualquier actividad de construcción y se limita al sitio puntual de construcción y operación del proyecto. Para minimizar los efectos producidos por el ruido, se deberán respetar los horarios de trabajo diurnos y no trabajar por la noche.</p> <p>Además de lo anterior, durante la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, se deberá realizar un frecuente y adecuado mantenimiento de los vehículos, equipos y maquinaria utilizada por el proyecto, de tal forma que el buen funcionamiento de éstos no genere emisiones de ruido y gases fuera de los límites permisibles de conformidad con la siguiente normatividad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ <b>NOM-041-SEMARNAT-1999.</b> Emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Durante las diferentes etapas del proyecto se utilizarán vehículos que deberán mantener sus emisiones de contaminantes por debajo de los niveles que establece esta Norma oficial, a través de programas de mantenimiento o reemplazo de aquellos que no cumplan con los límites.</li> </ul>		

- **NOM-045-SEMARNAT-1996.** Opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Esto se deberá observar en los vehículos que se utilicen en la zona del proyecto cuyo combustible sea diesel.
- **NOM-080-SEMARNAT-1994.** Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Se aplica a vehículos automotores (autos, camionetas, tractocamiones) de acuerdo a su peso bruto vehicular, motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción. Se garantizará que se cumplan los niveles establecidos por esta Norma oficial a través de programas de mantenimiento que permitan la operación de los vehículos en buen estado.

Respecto a los vehículos, maquinaria y equipos que utilizan motores de combustión interna, se deberá desarrollar acciones *de Verificación Vehicular y Control de Emisiones* durante todas las etapas del proyecto, con el objetivo de garantizar una reducción en las emisiones a la atmósfera derivadas del funcionamiento de fuentes móviles.

Respecto a los receptores, se tiene a la perturbación del hábitat por ruido y partículas suspendidas inmediato a la zona de donde se desarrollará el proyecto, principalmente en la etapa de construcción; sin embargo, debido a que las especies ecológicas que están en el entorno inmediato serán ahuyentadas y/o rescatadas y reubicadas a los alrededores, se espera que no se vean afectadas significativamente. Respecto a la etapa de operación y mantenimiento, excepto en ocasiones muy específicas podría haber impacto en este sentido vinculado sobre todo al aumento en los niveles de ruido de determinadas áreas puntuales por la mayor circulación de vehículos particulares. Sin embargo, los problemas de acceso son minimizados mediante la planificación integral, a fin de evitar la congestión de tránsito y peatones. Derivado de lo anterior, si bien éste impacto se identificó como Negativo, con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas dentro del **Programa de Supervisión y Gestión Ambiental**, se considera este impacto como no significativo.

## V.4. Impactos acumulativos y residuales.

### Impactos Residuales.

Tal y como lo establece la fracción V del Artículo 13 del RLGEEPAMEIA, se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos residuales, es por ello que se dedica una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del **proyecto** sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" del **proyecto**, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR. La identificación de dichos factores se llevó a cabo en función del atributo de la recuperabilidad, por lo que aquellos impactos con calificación de 3, es decir, que los factores no podrán volver a su estado original, aún con la aplicación de medidas. Derivado de lo anterior se tiene que el **proyecto** generará los impactos ambientales residuales presentados a continuación:

Tabla V. 13. Impactos residuales.

Impacto	Recuperabilidad (Rc)
Pérdida de cobertura vegetal	3
Pérdida de suelo	3

Impacto	Recuperabilidad (Rc)
Alteración de geoformas	

Partiendo del hecho de que la vegetación es uno de los principales agentes dinámicos de los cuáles depende el grado de degradación o estabilidad de un sitio, los impactos residuales son aquellos que se encuentra directa o indirectamente relacionados con el cambio de uso de suelo, es decir los que se derivan de la pérdida de cobertura vegetal a causa del desmonte y despalme que forma parte de las actividades de la etapa de preparación del sitio; es principalmente por esa razón que se integró la variable del cambio de cobertura vegetal, alteración de geoformas y pérdida de suelo, con la finalidad de obtener un diagnóstico más aproximado de cada uno de los sectores del **proyecto**, así como obtener un posible escenario de las tendencias hacia futuro con y sin la implementación del **proyecto** .

### Impactos acumulativos.

Al igual que los impactos residuales, la fracción V del Artículo 13 del RLGEEPAMEIA, establece que se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos acumulativos, es por ello que se dedica la presente sección a su análisis.

Como se menciono anteriormente los efectos acumulativos pueden producirse de acciones individualmente menores pero colectivamente significativas que se produzcan con el tiempo, es decir pueden existir dentro del SAR otros proyectos o actividades que podrían tener impactos similares y que, juntos con este proyecto, tendrían impactos ambientales acumulativos. Es importante considerar que en este caso el componente mayormente afectado en términos de índice de incidencia y magnitud es la flora, esto a causa de las actividades de desmonte y despalme, por lo que es necesario estimar que dentro del SAR existen zonas en las cuales se ha perdido y/o modificado la vegetación original, para el establecimiento de zona urbana, industrial, carreteras, motivo por el cual estos impactos se consideraron acumulativos, sin embargo, a pesar de que dentro del SAR se encuentran zonas que han sido previamente afectadas, no se considera que se ponga

en riesgo la continuidad del ecosistema, ya que se con el sembrado del proyecto y con las medidas que se llevaran a cabo como son la reforestación, el rescate y reubicación de individuos, etc., se garantiza que en ningún momento se pondrá en riesgo la distribución de la flora que se removerá.

A continuación se presenta el mapa con las zonas desmontadas previamente en las cercanías del SAR.

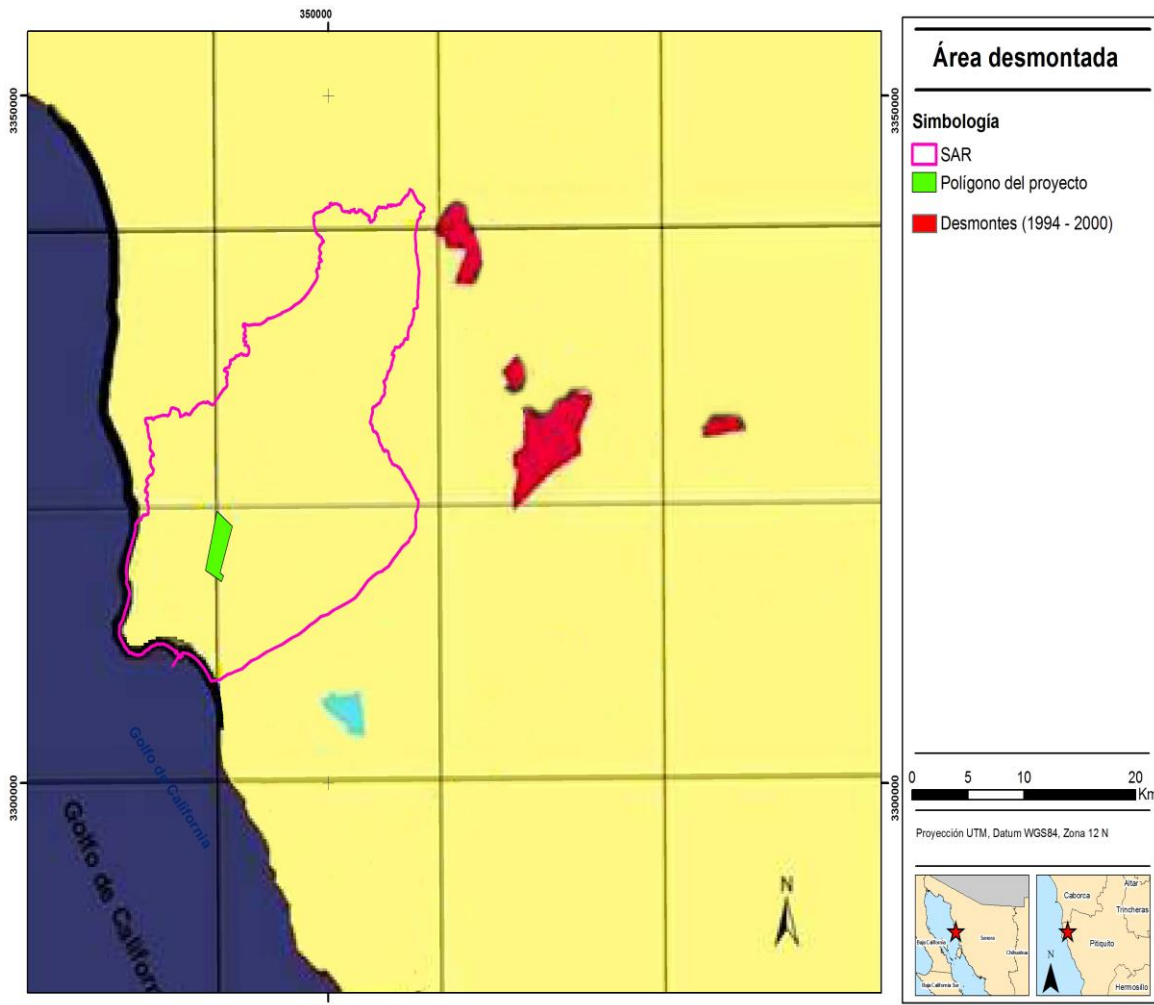


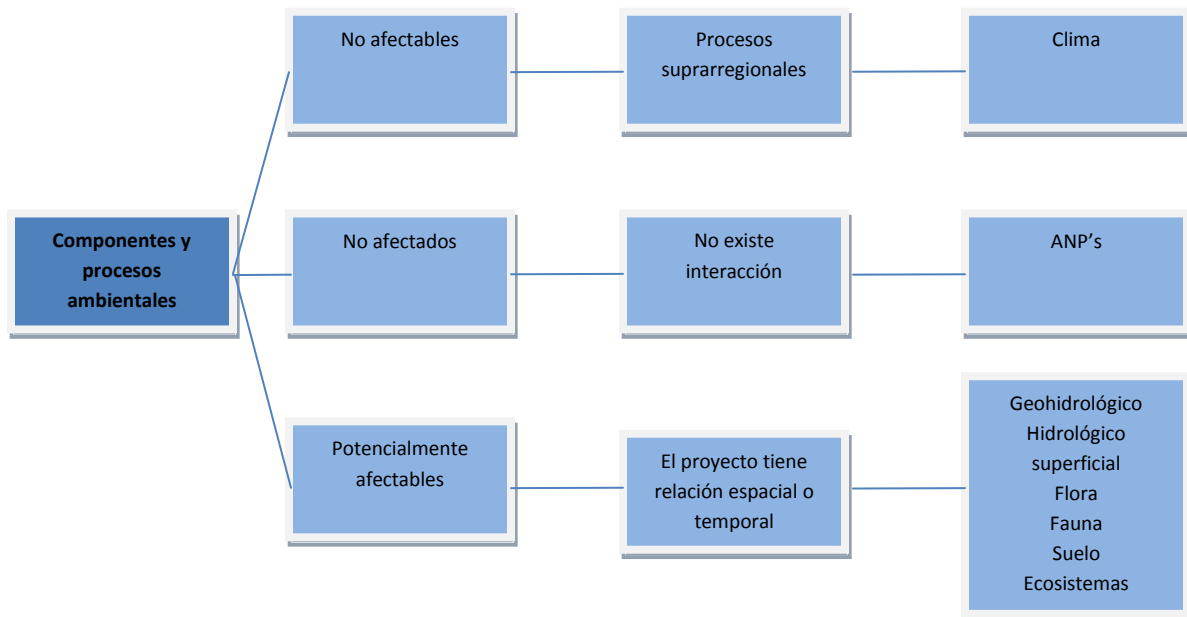
Figura V.5.. Áreas desmontadas en las cercanías del SAR

## V.5. Conclusiones.

Con base en la información analizada del Capítulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Capítulo IV y la opinión de expertos y las diversas técnicas de evaluación de impacto ambiental utilizadas en el presente capítulo, se estima que el proyecto ocasionará en lo general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, sin

embargo, considerando los resultados de los análisis, se identificaron los impactos ambientales determinando cuales son significativos, sin medidas, y que derivado de la aplicación de las mismas, ningún impacto se consideró relevante. En adición a lo anteriormente expuesto, en el siguiente capítulo (VI) de presentarán las medidas mediante las cuales se podrá prevenir y mitigar la relevancia de dichos impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA respecto a que la presente MIA-R y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada, evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR.



**Figura V.6.** Síntesis de evaluación de Impacto Ambiental del proyecto.

Lo anterior se sustenta en el reconocimiento de que se analizaron las posibles interacciones que el proyecto pudiera tener con componentes y procesos ambientales del SAR a distintas escalas geográficas, tal y como se expresa en la Figura V.4. En este orden de ideas, se analizó y concluyó que:

1. Existen procesos cuya ocurrencia es mayor al propio sistema ambiental regional y que se les denominó supra-regionales, tales como el clima o la estructura geológica. Consecuentemente el proyecto no genera efectos que pudieran alterar estos macro-



procesos. En específico, tal y como se discute en el Capítulo IV, se mantienen los procesos hidrológicos y geomorfológicos del SAR, además de que se contará con el **Programa de Manejo de Flujos Hidrológicos**, con lo que se mantiene la integridad de los ecosistemas presentes en el SAR

2. Se reconocieron interacciones entre distintas obras y actividades del proyecto y diversos componentes y procesos ambientales, en los cuales si se identificaron potenciales impactos ambientales, de los cuales se evaluó su significancia en el presente capítulo, que en particular y en cuanto al impacto a la flora, habiéndose reconocido como un impacto con un índice de incidencia significativo, este no es relevante en términos ecosistémicos, y la afectación es referente únicamente al predio, garantizando así el correcto funcionamiento de este componente ambiental a largo plazo.
3. Se concluye que no habrá afectación a la viabilidad de las especies de flora y fauna bajo alguna categoría de protección en la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, ya que aún cuando el proyecto implica cambio de uso de suelo, en el capítulo VI se establecen medidas específicas como, lineamientos de educación y difusión de acciones de protección y conservación, en los **Programas de Manejo Integral de Flora** y **Programa de Manejo Integral de Fauna**, que a su vez incluye el Acciones de protección y conservación de especies de flora y fauna bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
4. Se concluye que no habrá afectación a hábitat de especies de fauna terrestre ya que en el polígono del proyecto se llevará a cabo un **Programa de Monitoreo de Corredores Biológicos** enfocado a las áreas más conservadas con gran cobertura vegetal, a fin de conformar la creación de corredores biológicos por grupo de especies, de modo que presenta conectividad de los fragmentos de hábitat con presencia de dichas especies que permite el flujo de los individuos, con lo cual se mantiene la conectividad funcional y estructural.

Con base en el contexto de la identificación de impactos analizados, las presentes conclusiones se derivan de demostrar con base en los criterios de significancia descritos en este capítulo, la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque solicitado en la LGEEPA y su Reglamento en la materia, respecto a:

- Calificar el efecto de los impactos sobre los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del REIA).

- Desarrollar esta calificación en el contexto de un SAR (Artículo 12, fracción IV del REIA), de forma tal que la evaluación se refiere al sistema y no sólo al predio objeto del aprovechamiento.
- El enfoque del proyecto concibe mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el SAR, es decir la composición de hábitats que existen, la diversidad de especies y consecuentemente su capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.
- Entendiendo la capacidad de carga de un ecosistema, como la capacidad que tiene para ser utilizado o manejado, sin que esto comprometa su estructura y funcionamiento básicos, se puede afirmar que el diseño del proyecto asegura estas dos condiciones.
- El enfoque del proyecto concibe mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el SAR, es decir la capacidad de funcionar como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.

Las conclusiones del presente capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes, han sido previamente perturbados y de forma específica no se afectarían a individuos. Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción ya que no se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, ni se afectaran a especies como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

Adicionalmente, en el siguiente capítulo se presentarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, controlar o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco de sistema de gestión y manejo, cuya ejecución permitirá no ocasionar ningún impacto que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SAR delimitado.

Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará:

1. Desequilibrios ecológicos.
2. Daños a la salud pública.
3. Afectaciones a los ecosistemas.

# Capítulo VI

---

*ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE  
IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL  
SITEMA ABIENTAL REGIONAL*



## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCION Y MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SITEMA ABIENTAL REGIONAL

### VI.1 Introducción

En cumplimiento a lo establecido en la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), y de los preceptos que de ella emanen, en lo referente a las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias, para la ejecución del proyecto que nos ocupa se tiene, lo siguiente:

***“ARTICULO 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”***

En la presente MIA-R en el Capítulo V se han identificado y evaluado los impactos ambientales que potencialmente puede inducir el proyecto en el Sistema Ambiental Regional, y en virtud de que el objetivo de una evaluación de impacto ambiental es prevenir y corregir los efectos adversos al ambiente en la realización de un proyecto, las medidas propuestas en el presente capítulo atenderán los impactos con mayor valor, es decir aquellos considerados como relevantes.

#### ➤ **Medidas estructurales**

Tal y como se indica en el Capítulo IV de la presente MIA-R, se identificó que en el Sistema Ambiental Regional y en el polígono del predio, así como en el área aprovechable del proyecto, el componente agua es un recurso limitante, toda vez que corresponde a una zona desértica, por lo que dicho recurso interviene, en la distribución de los elementos bióticos y en los procesos de cambio que puedan presentarse dentro de las áreas mencionadas, por ello se consideró de vital importancia, la identificación de los cauces relevantes.

Bajo el contexto anterior, previo al diseño final y distribución del sembrado del proyecto, en el área de aprovechamiento se tomaron medidas estructurales, es decir que forman parte del proyecto ejecutivo, que propician que en términos ambientales todas las obras necesarias del proyecto se integren con las menores afectaciones posibles al entorno. Dichas medidas se indican a continuación:

- ✓ Librar el derecho de vía de la línea de transmisión (La Norma NRF 014 CFE 2001, señala para una tensión nominal de 400 Kv entre fases un ancho de 52 m para zonas rurales, siendo este el derecho de vía de mayor extensión).
- ✓ Análisis de escorrentías e identificación de los cauces relevantes para el funcionamiento hidrológico (según la base de datos para la Cartografía hidrológica de INEGI, escala 1:50,000).

#### Análisis de propuestas de alternativas.

##### Propuesta inicial

A continuación a través de la siguiente imagen se muestra la propuesta inicial de delimitación del predio del proyecto, la cual si bien tiene las ventajas de que se mantiene una zona buffer o de protección a cauces de escurrimientos según lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales y los escurrimientos existentes son de 1<sup>er</sup> orden; se tienen mayores desventajas, ya que existe un alto número de escurrimientos, aunado a la presencia de la Línea de Transmisión y camino, mismas que repercuten en una fragmentación del área aprovechable, dichos desventajas, motivaron a analizar una propuesta adicional para la delimitación del predio del proyecto.

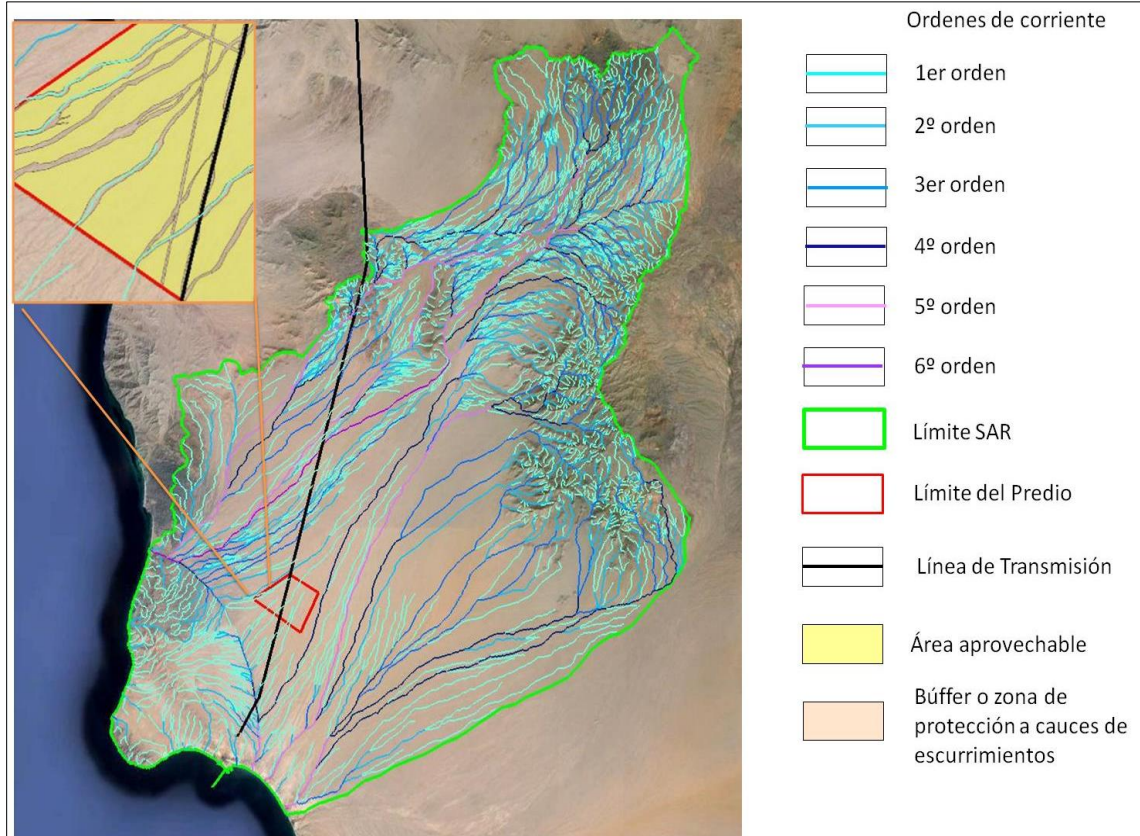


Figura VI.1. Propuesta inicial para la delimitación del predio del proyecto.

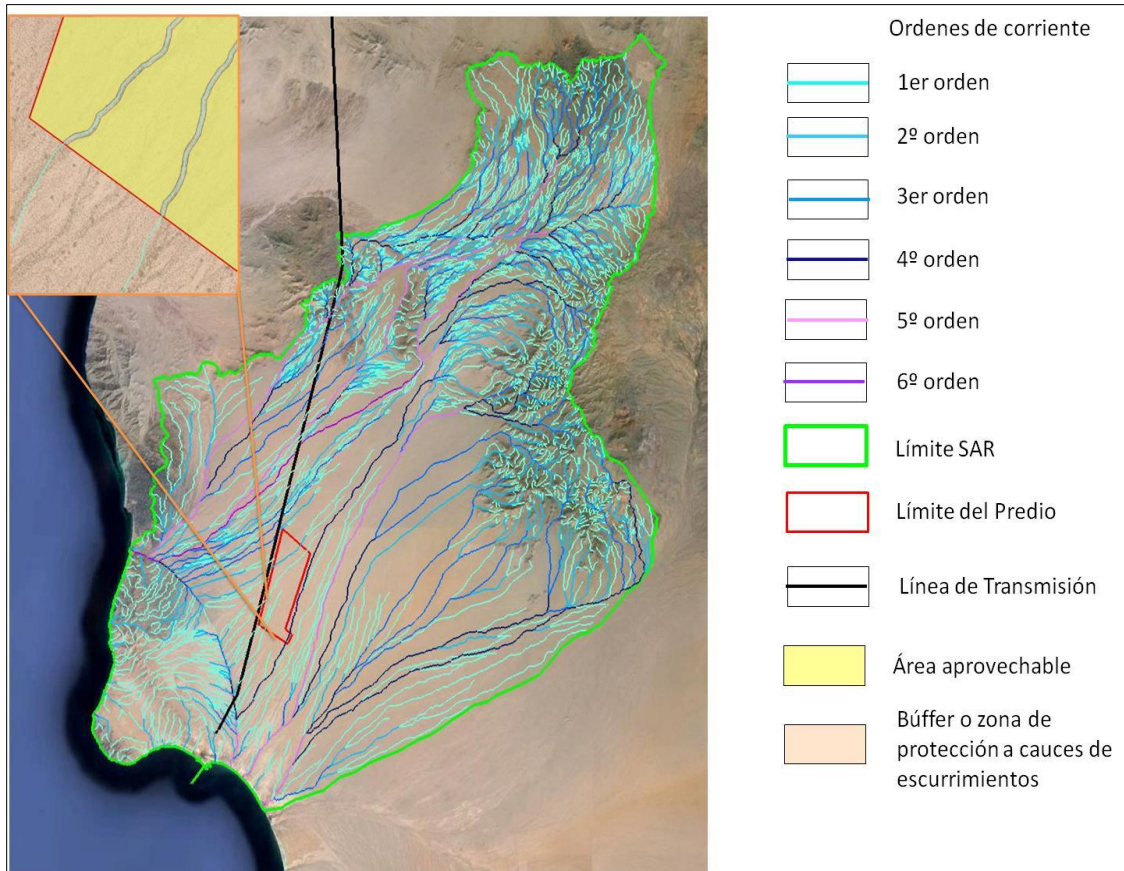
#### Propuesta final

Finalmente se analizó una segunda opción, que fue la reducción del área aprovechable a fin de librar la Línea de Transmisión y asegurar un área de aprovechamiento más continua con un menor número de fragmentaciones, lo cual se pudo lograr, toda vez que existe un menor número de escurrimientos de 1<sup>er</sup> y 2º y aunque sólo existe la presencia de un escurrimiento de 4º orden en el extremo sur del predio, se mantendrá una zona buffer o de protección conforme lo establecido en la Ley de Aguas Nacionales.

Por lo que la Propuesta Final permite:

- ✓ Librar el derecho de vía de la línea de transmisión (LT), el límite oeste de la propuesta Final de delimitación del predio, se encuentra a 150 m de distancia del eje de la LT. (La Norma NRF 014 CFE 2001, señala para una tensión nominal de 400 Kv entre fases un ancho de 52 m para zonas rurales, siendo este el derecho de vía de mayor extensión).

- ✓ Contar con un área aprovechable más continua.
- ✓ Asegurar una menor afectación sobre los escurrimientos hidrológicos superficiales.



**Figura VI.2.** Propuesta final para la delimitación del predio del proyecto.

Los escurrimientos presentes dentro del predio propuesto son de 1<sup>er</sup>, 2<sup>º</sup> y 4<sup>º</sup> orden, es decir son corrientes que captan el agua y alimentan al resto de la red hidrográfica. Pero al tratarse de los primeros ordenes de corriente, su cauce es incipiente y de reducidas dimensiones. Para este caso, se revisó la Ley de Aguas Nacionales y en su artículo 3º en su Fracción XI relativa a las dimensiones mínimas para considerar a un cauce; así como la Fracción XLVII relativa a la Zona Federal de Ribera. Cabe señalar que las corrientes para esta zona son de carácter intermitente derivado del origen geológico-geomorfológico y las condiciones mesoclimáticas regionales sin importar el orden. Sin embargo, la gran diferencia está definida por el orden de corriente pues entre mayor sea éste, mayor será el caudal que transporta durante la época de lluvias y en época de secas entre mayor sea el orden es más probable la presencia de agua subsuperficial.



Así, aun cuando a nivel del predio propuesto las corrientes son incipientes y dadas las características climáticas mesorregionales, la heterogeneidad y naturaleza litológica de los sedimentos y los procesos geomorfológicos que conforman y modelan la planicie donde se pretende emplazar el proyecto, no alcanzan a conformar un cauce, tal y como lo señala la Ley de Aguas Nacionales, a continuación se retomaran los criterios establecidos en dicho instrumento normativo para la delimitación de Zona Federal de Ribera y con ello definir una zona de protección a los cauces de dichas corrientes bajo esa figura.

Sin embargo, por el valor ambiental que estas zonas representan en términos de corredores ecológicos (derivado de las condiciones climáticas y de cobertura vegetal, éstas son zonas potenciales de refugio y/o alimentación de la fauna por presentar un gradiente ligeramente mayor de humedad y vegetación) se consideró la delimitación de un búffer o zona de protección con base en los criterios definidos por la LAN para la delimitación de la Zona Federal de Ribera para cauces con anchura menor a 5 metros.

De esta manera, se consideró para la delimitación área de protección a cauces:

- Que el ancho de las corrientes de 1er, 2º y 4º orden aun cuando no presentan las dimensiones mínimas establecidas por la LAN en términos del ancho mínimo que debe tener un cauce para ser reconocido por este instrumento, se les considerará con esta dimensión para efectos de delimitación de zona de protección. Derivado de lo anterior, para las corrientes presentes en el predio se les definirá un ancho de cauce de 2 m conforme lo establece la LAN en su Art 3. Fracc. XI.
- El cauce al ser menor de 5 m de ancho, según el Art. 3 Fracc. XLVII se establece un ancho de fajas a ambas márgenes de 5 metros.
- De esta manera, a partir de un SIG se construyó un Búffer de 6 metros a partir del eje de la corriente establecida por INEGI.

#### ➤ **Medidas preventivas y de mitigación**

Bajo la premisa anterior, se asume el hecho que identificados los impactos ambientales relevantes, se deben definir las medidas que permitirán la mitigación, prevención, o compensación de los mismos. Para ello se ha diseñado un instrumento que, además de atender en conjunto las medidas solicitadas, permite visualizar el enfoque integral en la atención de los efectos negativos al ambiente bajo objetivos Regionales. Por lo anterior se llevará a cabo la implementación de un **Sistema de Gestión y Manejo Ambiental (SGMA)** como un instrumento, en el que establecen los siguientes objetivos:

- ✓ Construir, remodelar y operar infraestructura con fines turísticos en un contexto de conservación, protección y uso sustentable de los ecosistemas involucrados, los bienes y los servicios ambientales que estos brindan, con la finalidad de que el proyecto se caracterice por tener estrategias de desarrollo ambientalmente viables.
- ✓ Implementar medidas para prevenir y mitigar los impactos, comprometidas en la presente MIA-R, para prevenir, mitigar y restaurar según sea el caso, los posibles efectos derivados de los impactos ambientales relevantes y potenciales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto, en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales.
- ✓ Implementar acciones que permitan dar atención y cumplimiento estricto a los términos y condicionantes que la SEMARNAT imponga en el caso de autorizarlo.
- ✓ Verificar el estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

Con lo anterior, se pretende que las medidas propuestas se encuentren orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que se pretenden aprovechar, de forma tal que se cumpla con lo solicitado en el artículo 44 del Reglamento en la Materia de Evaluación de Impacto Ambiental de la LGEEPA, respecto a:

***“Artículo 44.- Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:***

*I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;*

***II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y***

*III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.”*

Aunado a las medidas propuestas en la presente MIA-R, el proyecto estará sujeto en caso de ser autorizado en materia de impacto ambiental, a las medidas adicionales que sean establecidas en la resolución positiva emitida por la autoridad competente.

## VI.2 Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA).

Las acciones de mitigación son diseñadas para moderar, atenuar, minimizar o disminuir los impactos adversos que la realización o desarrollo de un proyecto Regional pueda generar sobre el entorno. Además la mitigación puede contribuir a restituir uno o más componentes o factores del medio, a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado. En el caso de no ser posible, se restablecerán al menos las propiedades básicas iniciales. Bajo este contexto el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) se encuentra estructurado por un programa general tal y como se establece en la siguiente figura.



Figura VI.3. Estructura del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA).

En la Tabla VI. 1 se resumen los impactos que atenderá cada uno de los Programas propuestos.

**Tabla VI. 1** Relación de Programas e Impactos atendidos por el Proyecto.

Impacto Ambiental	Programas que contemplados por el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental						
	Programa de Supervisión y Gestión Ambiental	Programa de Difusión y Educación Ambiental	Programa de Manejo de flujos hidrológicos	Programa de Manejo Integral de flora (incluye acciones de reforestación)	Programa de Manejo Integral de Fauna	Programa de Monitoreo de Corredores Biológicos	Programa de Manejo Integral de Residuos
Pérdida de cobertura vegetal							
Pérdida de suelo							
Alteración de geoformas							
Alteración o modificación de los paisajes naturales							
Modificación de los patrones naturales de drenaje superficial							
Pérdida de individuos de especies de flora							
Pérdida de individuos de especies flora en la NOM-059-SEMARNAT-2010.							
Pérdida de hábitats							
Pérdida de individuos de especies de fauna							
Pérdida de individuos de especies fauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010							

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Impacto Ambiental	Programas que contemplados por el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental						
	Programa de Supervisión y Gestión Ambiental	Programa de Difusión y Educación Ambiental	Programa de Manejo de flujos hidrológicos	Programa de Manejo Integral de flora (incluye acciones de reforestación)	Programa de Manejo Integral de Fauna	Programa de Monitoreo de Corredores Biológicos	Programa de Manejo Integral de Residuos
Pérdida de conectividad							
Contaminación del aire por emisión de ruido, partículas suspendidas y gases de combustión							
Contaminación del suelo por mal manejo de residuos							
Modificación de los patrones de drenaje subterráneo							

A continuación se presentan los distintos programas diseñados para la atención de los posibles impactos ambientales que se pudieran generar durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, los cuales incluyen las medidas de prevención, mitigación y compensación de manera que se garantice la no afectación ambiental, manteniendo los impactos en niveles tales que no pongan en riesgo la integridad de los ecosistemas, hecho que deberá ser demostrado a través de la vida útil del proyecto, mediante las acciones de monitoreo de la eficacia ambiental de cada programa.

### VI.3 Programa de Supervisión y Gestión Ambiental

El Programa de Supervisión y Gestión Ambiental (PSGA) a implementar para el proyecto constituye la herramienta principal del SMGA y tiene como objetivo primordial orientar y coordinar las acciones previstas para el cumplimiento de obligaciones aplicables, así como las medidas establecidas en el presente capítulo y de las que establezca la autoridad, así como las acciones voluntarias en protección y conservación de los ecosistemas involucrados. Por esta razón el logro de las metas de todos los demás programas y subprogramas es verificado de manera sistemática a través del PSGA para confirmar su

congruencia con el cumplimiento de los objetivos ambientales del proyecto. Las metas principales que contempla la implementación de este Programa son las siguientes:

- A. Verificar el cumplimiento de todas las obligaciones ambientales del proyecto en sus diversas etapas de implementación, incluyendo: a) Los términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT imponga en la autorización correspondiente en caso de ser afirmativa; y b) La legislación y normatividad ambiental aplicable.
  
- B. Verificar el cumplimiento de todas y cada una de las medidas de mitigación, prevención y/o compensación propuestas en la presente MIA-R, y que de manera voluntaria se han diseñado a fin de atenuar los posibles impactos adversos ambientales que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto.
  
- C. Integrar la información y las comprobaciones documentales necesarias para informar periódicamente a la Delegaciones en el Estado de Sonora de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), sobre el cumplimiento de las obligaciones ambientales y el desempeño ambiental del proyecto entregando copias del mismo en la oficinas centrales de la PROFEPA y en la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la SEMARNAT.

Para el cumplimiento de las metas antes referidas se establecerán estrategias e indicadores como a continuación se citan:

- I. Supervisión y vigilancia del correcto cumplimiento de las actividades del proyecto.
- II. Verificación de la observancia de las obligaciones establecidas.
- III. Indicadores de cumplimiento del Programa.

### **VI.3.1. Supervisión y vigilancia de las obras y actividades del proyecto**

Para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales que establezca la SEMARNAT al proyecto durante sus etapas de operación y mantenimiento, se propone establecer un responsable de la supervisión ambiental, quien estará encargado de coordinar de manera sistemática el cumplimiento de los acuerdos previos que permitan cumplir en la práctica diaria con las obligaciones ambientales aplicables a cada etapa. También se propone identificar en términos verificables que no se está rebasando el impacto ambiental previsto y aplicar medidas complementarias para reducirlo hasta donde sea posible.

Con base en dichos acuerdos previos, en cada etapa se revisará directamente en campo y de manera periódica las zonas de operación, así como las actividades regulares de mantenimiento y extraordinarias relacionadas con objeto de:

- ✓ Observar el cumplimiento de obligaciones por parte de los actores involucrados en las etapas;
- ✓ Supervisar la implementación de las medidas de prevención, control y mitigación de los impactos ambientales previstos para cada etapa;
- ✓ Coordinar la ejecución los Programas de Gestión y Manejo Ambiental.
- ✓ Dar seguimiento al estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio partiendo como línea base la información contenida en esta MIA-R.

### **VI.3.2. Verificación de la observancia de las obligaciones establecidas.**

En caso de ser autorizada la realización del proyecto en materia de impacto ambiental se propone la verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del proyecto establecidas en la resolución emitida por la SEMARNAT, incluyendo las medidas de mitigación que se contemplan en la presente MIA-R.

### **VI.3.3. Indicadores de cumplimiento del Programa.**

- ✓ Reporte de las acciones cumplidas de acuerdo a lo establecido en la resolución emitida por la SEMARNAT,
- ✓ Número de reuniones de planificación con responsables de la operación y mantenimiento del proyecto. Lista de acuerdos y medidas concertadas.
- ✓ Número de inspecciones para supervisión de operación y para verificación del estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos del predio.
- ✓ Informes periódicos a la PROFEPA y la DGIRA-SEMARNAT.
- ✓ Listas de chequeo de cumplimiento de obligaciones voluntarias por parte de los actores involucrados en las etapas e integración de la documentación oficial necesaria para comprobarlo.

## **VI.4 Programa de Difusión y Educación Ambiental**

La educación y capacitación ambiental forman parte de una nueva tendencia que se intenta instaurar y promover en la sensibilización hacia el ambiente de los trabajadores que ejecutarán el proyecto en cada una de sus acciones. Lo cual lleva implícito la protección del medio ambiente.

El curso de concientización ambiental es un reforzamiento dirigido a todo el personal en donde se enfocará a la protección de la fauna y flora silvestre, la prevención de la contaminación de suelos con residuos sólidos e hidrocarburos, el orden y limpieza de las áreas de trabajo, el manejo de los residuos, entre otros temas.

### **VI.4.1. Metas**

Las metas principales que contempla la implementación de este Programa son las siguientes:

- Generar materiales de información sobre el valor ecológico, social, económico y cultural, los ecosistemas y recursos naturales del área del proyecto.
- Generar materiales de información sobre el manejo y uso sostenible de recursos naturales, así como la prevención de problemas de contaminación ambiental, y difundirlos apropiadamente entre empleados y usuarios, de acuerdo a la etapa de implementación que corresponda.
- Capacitar al personal del proyecto sobre la aplicación y cumplimiento de la normativa e instrumentos ambientales aplicables al caso.
- Informar al personal sobre las obligaciones ambientales que adquieren al formar parte de la fuerza laboral del proyecto.
- Promover una actitud responsable en el uso y manejo de los recursos naturales del sitio del proyecto.

### **VI.4.2. Estrategias**

Las principales estrategias previstas para alcanzar las metas son las siguientes:

- A. Diseño y distribución de material de información sobre ecosistemas y recursos naturales
- B. Establecimiento de acciones de actitud responsable
- C. Diseño e impartición de talleres y cursos de capacitación ambiental
- D. Implantación de Señalamientos.



### VI.4.3. Acciones de Educación y capacitación ambiental

Todo el personal previo al inicio de su actividad, recibirá un curso de concientización ambiental en el cual se hará énfasis sobre la importancia que representa la clasificación y manejo de los residuos que sean generados, así como de la prevención de la contaminación por el manejo inadecuado de hidrocarburos, al personal involucrado en los trabajos de mantenimiento se le capacitará en la aplicación de estos procedimientos; asimismo, se asignará una copia de referencia de dichos procedimientos para que sean consultados en el sitio del proyecto.

- Respetar la zonificación establecida como sitio trabajo. Es importante mantenerse en los caminos y lugares establecidos, para evitar estropear la vegetación natural y con ello minimizar la potencial erosión del sitio.
- Respetar la señalización colaborando con la protección de los ecosistemas y recursos naturales.
- Respetar la propiedad pública y privada incluyendo las señales de uso y prohibición.
- Utilizar los recursos naturales, como el agua y la energía, con moderación.
- Minimizar la generación de residuos, ya que son una fuente de contaminación. Es necesario generar menos residuos.
- No cazar ninguna especie de fauna.
- Seguir las indicaciones del personal del proyecto.
- Evitar acercarse a los animales silvestres.
- No coleccionar o dañar a la flora y a la fauna.

### VI.4.4. Claves estratégicas de control de impactos ocasionados por los trabajadores

Lo establecido en los apartados anteriores aporta los elementos indispensables para minimizar impactos al proyecto, sin embargo en lo referente a los trabajadores es necesario aplicar estrategias operativas y administrativas de control. A continuación se enlistan algunas medidas y/o acciones al respecto:

**Vigilancia.** La presencia de personal de vigilancia permite regular la supervisión de las actividades.

**Imposición de sanciones.** El personal del proyecto son los principales contactos de los trabajadores, a medida que éstos realicen conductas indeseadas en torno al cuidado del ambiente o a las disposiciones establecidas, deberán establecerse sanciones. Es

conveniente en el reglamento del proyecto establecer una tabla de sanciones donde se definan claramente las faltas administrativas

**Capacitación de supervisores de obra.** Es importante mantener capacitación constante a los supervisores de obra, para proporcionar formación ambiental básica que reduzca los impactos ambientales de los trabajadores.

**Distribución de folletos.** En ellos se puede tener un reglamento condensado del proyecto y la información básica, mapa y servicios generales. Esta información también puede ayudar a reducir la incidencia de conductas indeseables y proporcionar información clave que ayude al entendimiento y formación de conciencia

#### **VI.4.5. Monitoreo**

Se requiere diseñar una metodología para el establecimiento de indicadores, su medición y la definición de estándares de evaluación. Es deseable que el programa de monitoreo incluya una clasificación de impactos de trabajadores de tipo físico, biológico, social. Es claro que desde la perspectiva del manejo ambiental sólo la medición del impacto ambiental debiera dar los elementos necesarios para la toma de decisiones; sin embargo, se requiere la medición de los indicadores. Al respecto, cabe destacar que los programas anteriormente descritos, han planteado una serie de indicadores de fácil medición y de carácter objetivo.

En caso de la detección de afectación de alguno de los indicadores presentados en los programas anteriores, como el decremento en la densidad poblacional de alguna especie. El proyecto, según sea el caso, tiene contemplado la aplicación de cualquiera de las siguientes medidas:

- Restricciones de uso en ciertas zonas y épocas de fragilidad de parte de alguna especie presente en el área.
- Incrementar programas de capacitación.

#### **VI.4.6. Implantación de Señalamientos.**

Definir y generar un sistema integral de señalamientos para el proyecto, con énfasis en las áreas de conservación y áreas de trabajo, orientado para fines de restricción, prevención, protección de ecosistemas, así como de especies de flora y fauna.

Los señalamientos deberán tener un enfoque prohibitivo o preventivo para caminos de obra y/o vialidades definitivas y que estén orientados a la aplicación de medidas

preventivas y el mejor manejo de los ecosistemas y recursos, a colocar en frentes de trabajo, áreas de almacenes y vialidades principales. Las figuras deberán representar elementos aplicables como modelos a seguir en el caso del proyecto.

#### **VI.4.7. Indicadores**

Para el cumplimiento de las metas antes referidas se establecerán estrategias e indicadores como a continuación se citan:

- I. Para el caso de la actividad relacionada con la educación ambiental, se establecerá cuestionarios donde se les solicitará al personal den comentarios acerca de la información ambiental que fue recibida. La cual irá en función del conocimiento ambiental de la zona antes de la plática y previo al ingreso al sitio del proyecto y el conocimiento ambiental de la zona después de la plática y del ingreso al sitio del proyecto. En el caso de evidenciar que no ha habido suficiente información acerca de las condiciones ambientales del área de estudio, se establecerán de manera inmediata acciones para fortalecer dicha información, como cursos, carteles, así como trípticos, lo cual permitirá reforzar más el conocimiento del sitio.
- II. Respecto a la implantación de señalamientos, se medirá a través de la relación de señalizaciones colocadas y fotos de ejemplificación.

#### **VI.5 Programa de Manejo de Flujos Hidrológicos**

Dadas las características y necesidades del proyecto, se llevarán a cabo actividades que repercutirán en los componentes del medio abiótico, entre ellos se tiene a la hidrología superficial, toda vez que tal y como se refiere en el Capítulo IV de la presente MIA-R, se identificó que en el SAR y en el polígono del predio, así como en el área aprovechable del proyecto, el componente agua es un recurso limitante, toda vez que corresponde a una zona desértica, por lo que dicho recurso interviene, en la distribución de los elementos bióticos y en los procesos de cambio que puedan presentarse dentro de las áreas mencionadas, por ello se consideró de vital importancia, la identificación de los cauces relevantes. Al respecto, se partió de que al interior del SAR, con base en la cartografía hidrológica superficial de INEGI escala 1:50,000 fueron delimitaron cinco microcuencas, las cuales para su descripción se les asignó de manera arbitraria una letra.

Por lo que derivado de lo anterior, con respecto a los escurrimientos presentes en el área del predio del proyecto, para la microcuenca A, sólo existe una corriente de 2º orden, la

cual atraviesa en el sector noroeste del predio. Mientras que en la Microcuenca B, al interior del predio se desarrollan cuatro escurrimientos (según la cartografía hidrológica de INEGI, escala 1:50,000) tres de ellos de 1er orden y uno de 4o orden ubicado en el extremo este del predio (Véase la siguiente figura).

Al respecto los escurrimientos de 1er y 2º orden son corrientes que captan el agua y alimentan al resto de la red hidrográfica, pero al tratarse de los primeros ordenes de corriente, su cauce es incipiente y de reducidas dimensiones, por lo que el caudal que presentan en temporada de lluvias es escaso.

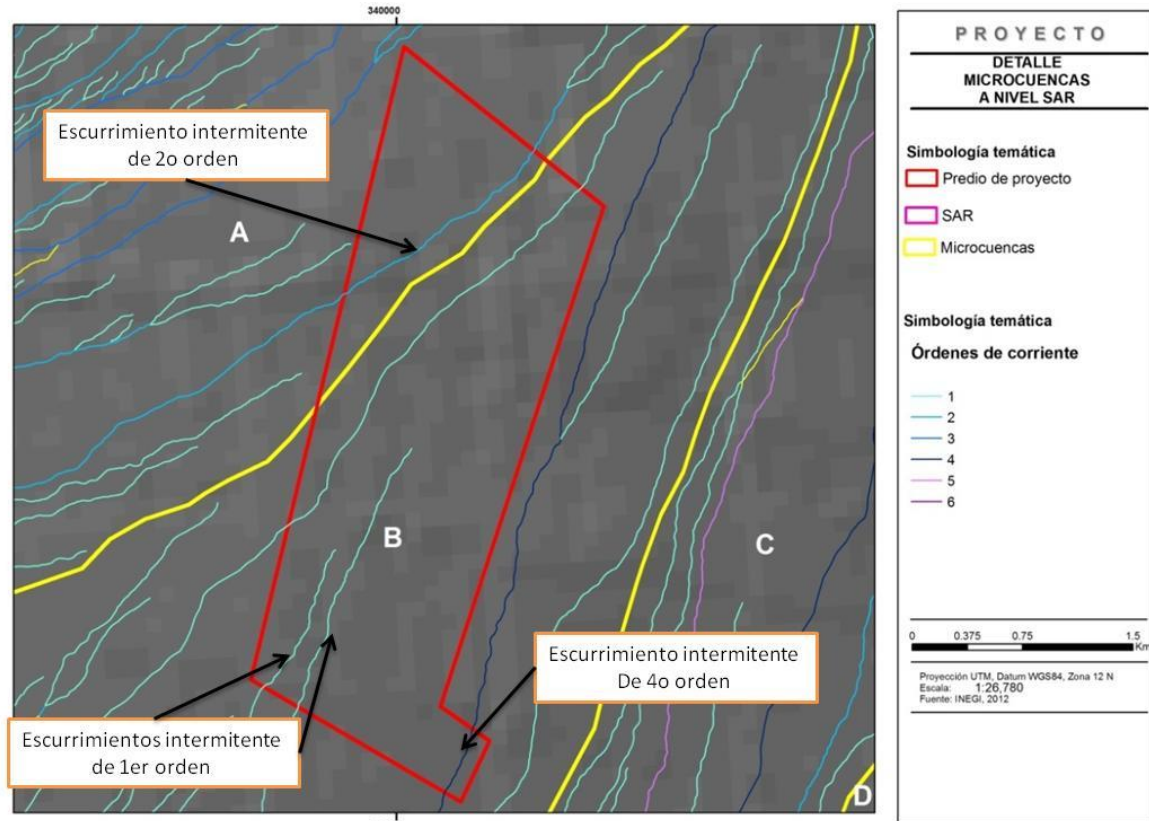
Respecto al arroyo de 4º orden ubicado en el extremo este del predio, aun y cuando se pretende la protección del se llevarán a cabo acciones encaminadas a disminuir la afectación a este, durante todas las etapas del mismo.

#### **VI.5.1. Objetivos**

Los objetivos pretendidos con la implementación de este programa serán:

- ✓ Mantener las cantidades y temporalidades hídricas que actualmente se presentan en el área aprovechable del proyecto.
- ✓ Definir las zonas del predio que se requieren proteger por la presencia de escurrimientos intermitentes naturales.

Los resultados de la aplicación del programa, así como del cumplimiento de los objetivos planteados se integrarán en un **informe de cumplimiento anual**, que a su vez formará parte del informe de cumplimiento del Programa de Supervisión y Gestión Ambiental.



**Figura VI.4.** Plano que muestreo los escurrimientos al interior del polígono del proyecto, mismos que son considerados por el presente programa.

Como se ha venido indicando, tanto en el polígono total del predio como en el área aprovechable del proyecto, dadas las características que definen a la zona como típica de desierto; el clima es muy seco y no permite la formación de corrientes perennes, aunque existen varias intermitentes, que únicamente se presentan en la temporada de lluvias mismas que son escasas, generando escurrimientos tipo "flash" cuyas características los definen como: de corta duración, con pendientes bajas y velocidades altas, lo que provoca que los flujos que escurren en el área sean de corta duración, aunado a lo anterior se tiene que existe una alta porosidad de los suelos.

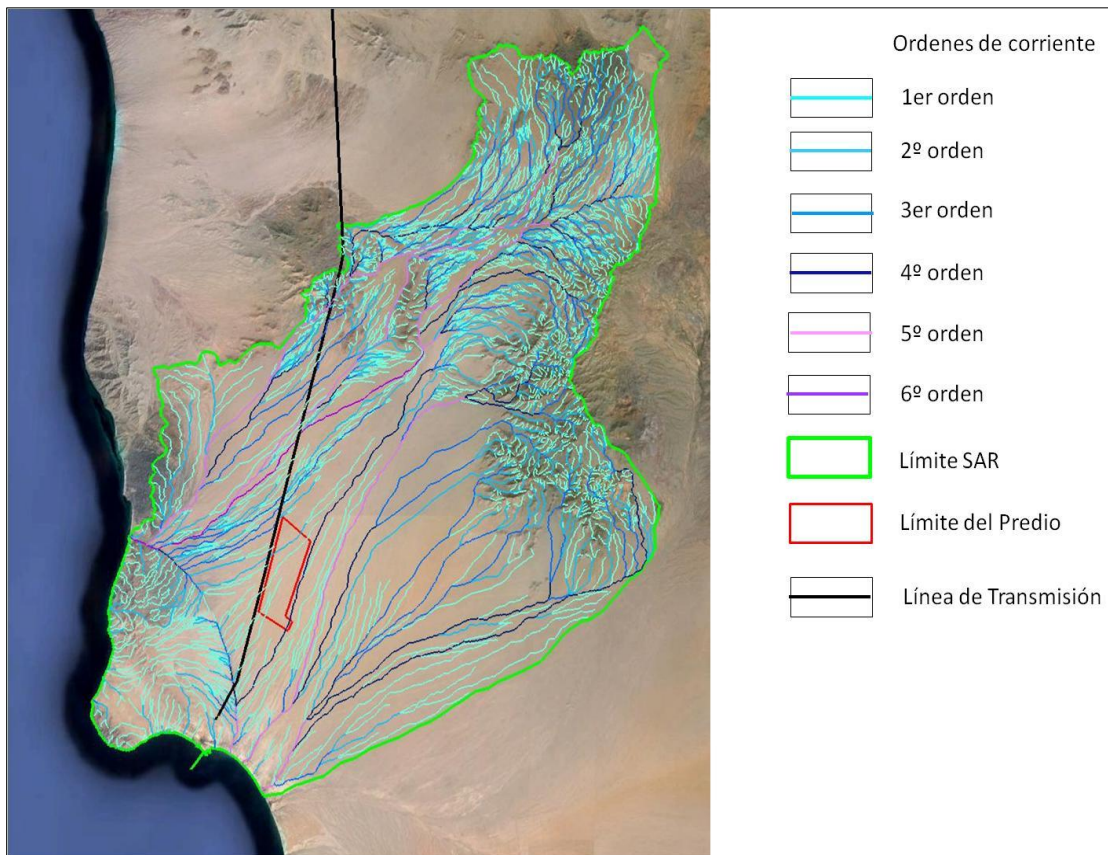
- ✓ El objetivo principal será el de mantener las cantidades y temporalidades hídricas que actualmente se presentan en el área aprovechable del proyecto, así como las descargas hacia la zona costera, que en eventos extremos se presentan.

Para el cumplimiento de este objetivo se proponen las siguientes acciones:

**A. Determinación de áreas con mayor hidrología activa.**

El SAR y el predio del proyecto se encuentran ubicado dentro de la Región Hidrológica No. 8 "Sonora Norte", misma que comprende la porción noroeste del estado de Sonora, así como las Islas Tiburón y San Esteban.

Las corrientes presentes a nivel SAR, según INEGI (2012) son de carácter intermitente o temporal, es decir, sólo en temporada de lluvias es cuando el cauce lleva un caudal mientras que el resto del año no presenta agua en la superficie. Y en función del orden de corriente al que pertenezcan, algunos corrientes (escurrimientos) llevan agua pero de manera subsuperficial (Véase la siguiente imagen).



**Figura VI.5.** Áreas más relevantes de hidrología activa en el SAR.

Tal y como se ha venido refiriendo desde el inicio del presente capítulo, con respecto a los escurrimientos presentes en el área del predio del proyecto, se tiene una corriente de 2º orden, la cual atraviesa en el sector noroeste del predio, asimismo se desarrollan tres

escurrimientos (según la cartografía hidrológica de INEGI, escala 1:50,000) todos ellos de 1er orden, por lo que el caudal que presentan en temporada de lluvias es escaso y finalmente un escurrimiento de 4º orden en el extremo este del predio (Véase la siguiente figura).

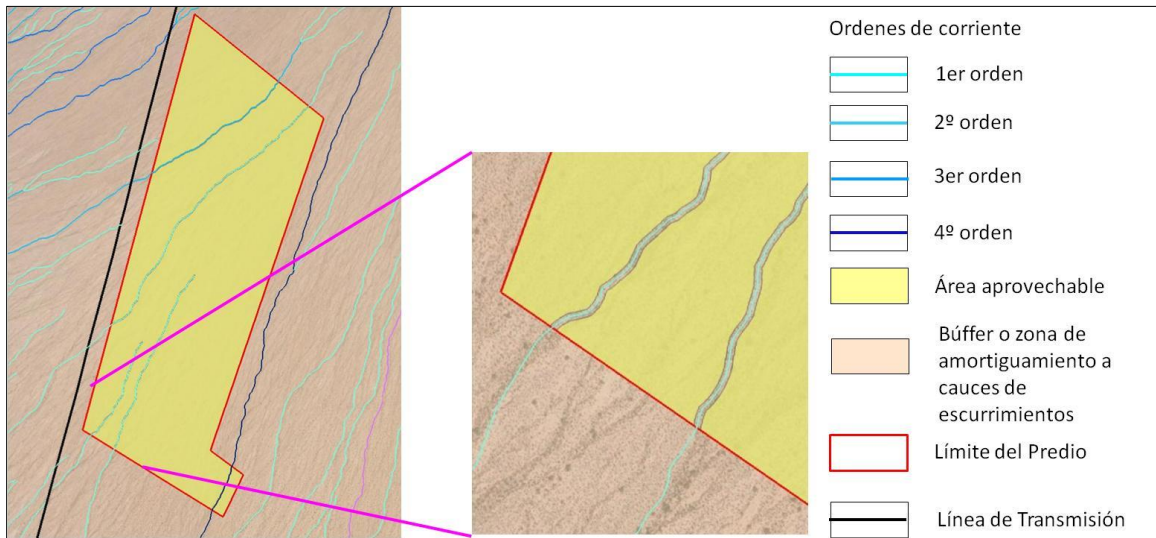


Figura VI.6. Áreas más relevantes de hidrología activa al interior del predio.

### **B. Acciones**

Monitoreo durante las etapas de preparación del sitio, construcción, así como operación y mantenimiento del caudal de los escurrimientos intermitentes de 1er, 2º y 4º orden.

### **C. Indicador de cumplimiento del subprograma**

- ✓ Mantenimiento de las cantidades y temporalidades hídricas que actualmente se presentan en el área aprovechable del proyecto.

## **VI.6 Programa de Rescate y Reubicación de Flora**

Tal y como se indicó en el capítulo anterior, la etapa más crítica para la vegetación será la de etapa de preparación del sitio, debido a las actividades de desmonte y despalme. Sin embargo, la circulación frecuente de vehículos, así como la presencia de personal en el área durante la etapa de construcción, también pueden afectar a los individuos presentes en la zona. Para evitar al máximo la afectación a la vegetación, las acciones de rescate de individuos deberán realizarse previamente al inicio de todas las actividades. La eliminación

de la cobertura vegetal se realizará en forma secuencial pero con un traslape de actividades simultáneas para optimizar tiempos y poder concluir la obra en el tiempo proyectado.

De acuerdo a las observaciones realizadas en campo, a nivel del predio del proyecto fueron identificadas 19 especies de flora (Véase la siguiente tabla).

**Tabla VI.2.** Especies identificadas en las parcelas de muestreo establecidas dentro del predio.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nom-059-SEMARNAT-2010
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Alicoche	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Ferocactus emory</i>	Biznaga	Pr
Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia dumosa</i>	Cadillo	---
Asterales	Asteraceae	<i>Encelia farinosa</i>	Cenizillo	---
Malvales	Malvaceae	<i>Hibiscus denudatus</i>	Cenizo	---
Solanales	Solanaceae	<i>Lycium andersonii</i>	Chaparro amargoso	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Peniocereus striatus</i>	Cola de rata	---
Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	---
Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	Herbacea	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Echinocactus texensis</i>	Manca caballo	---
Lamiales	Lamiaceae	<i>Hyptis sp.</i>	Margarita	---
Fabales	Fabaceae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	---
Ericales	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Pachycereus pringlei</i>	Organo	---
Lamiales	Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	---
Asterales	Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	Partenium	---
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Jatropha cuneata</i>	Sangre de drago	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Lophocereus schottii</i>	Senita	Pr
Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i>	Torote rojo	---

De acuerdo con la tabla anterior, se puede apreciar que sólo 2 especies: la biznaga (*Ferocactus emory*) y senita (*Lophocereus schottii*), las cuales se encuentran sujetas a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010, asimismo, de conformidad con los valores obtenidos de los índices ecológicos aplicados y presentados en el Capítulo IV, *Larrea tridentata* resultó ser la especie más abundante y frecuente; *Prosopis velutina*



resultado ser la especie la dominante. Por lo que el programa en comento contemplará en mayor proporción éstas especies que resultan ser representativas del ecosistema que se desarrolla en el predio.

Dependiendo la especie, los individuos rescatados serán reubicados inmediatamente a sitios seguros donde se garantice su nula afectación, o en su caso, deberán ser acumulados y resguardados en zonas previamente identificadas para este fin hasta su reubicación final. En función a la importancia ecológica de las especies presentes en el predio, así como de los tamaños de los individuos, de su abundancia y de las normas de protección establecidas para tal fin, se definieron los criterios para elegir a los individuos susceptibles a rescate:

- Individuos con poca presencia en el predio, es decir, con baja abundancia relativa.
- Individuos jóvenes y plántulas de fácil manejo y resguardo.
- Individuos cuya especie se encuentre en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Individuos de las familias cactáceas, por su importancia ecológica a nivel nacional.
- Individuos de lento crecimiento e importancia ecológica en el ecosistema.

### **VI.6.1. Objetivo**

Proteger, Conservar, Rescatar y Reubicar la flora silvestre afectada por el desmonte de la capa vegetal y el movimiento de tierra y sedimentos; de tal manera que se reduzcan al máximo los impactos negativos causados al ecosistema existente.

### **VI.6.2. Estrategia de rescate y reubicación de flora**

En términos generales, las medidas de protección que contempla este Programa estarán enfocadas a extraer y trasplantar en un área predefinida, todos aquellos ejemplares susceptibles a rescate que se encuentren en las distintas áreas de intervención del proyecto.

#### **VI.6.2.1. Contratación de técnico especializado**

El programa de rescate deberá ser coordinado por personal especializado en el manejo de especies forestales como las que se registraron en el predio. Esta persona deberá además de contar con la autorización y permisos actualizados correspondientes al manejo forestal según la autoridad competente. El responsable técnico deberá garantizar que el personal que se desempeñe en la obra cumpla con las medidas para la conservación de la vegetación que se encuentra fuera de los límites solicitados de cambio de uso de suelo.

#### **VI.6.2.2. Delimitación de área de desmonte**

El área de desmonte deberá delimitarse previamente al inicio de la obra. Estas áreas deberán contar con señalización adecuada, vistosa y clara con el fin de afectar lo menos posible a la vegetación del predio. A través de la delimitación del frente de obra, se sugiere mantener los desmontes al mínimo necesario que se requiera por las bases de diseño del proyecto, durante las diferentes etapas. En ningún caso se permitirá la realización de actividades de desmonte por medio de la utilización de fuego y/o agroquímicos, los cuales pudieran derivar en una afectación mayor al ecosistema.

#### **VI.6.2.3. Selección y habilitación del sitio de reubicación temporal (vivero)**

Previo al rescate de la vegetación, será necesario ubicar un sitio adecuado para la creación de un vivero, el cual servirá para resguardar a las plantas rescatadas que así lo requieran en un lugar donde puedan recuperarse del trasplante y mantenerse en buenas condiciones hasta el momento de colocarse en su lugar definitivo. Las plantas rescatadas se mantendrán en el vivero hasta que culmine su periodo de adaptación, momento en el cual una parte de ellas podrá ser trasplantada a zonas aledañas conservadas o, resguardarse para mantenerse en el vivero hasta la finalización de la fase de construcción del proyecto, momento en el cual se podrán trasplantar a las áreas verdes diseñadas previamente.

El vivero deberá contar con las siguientes características:

- Presentar sitios con sombra de 50 a 75% así como espacios soleados.
- No ser un sitio inundable.
- Encontrarse cerca de alguna fuente de abastecimiento de agua dulce.
- Encontrarse libre de vegetación herbácea y arbustos pequeños.
- Encontrarse cerca de un sitio donde se pueda acopiar tierra vegetal y otros insumos.

El vivero debe contar con un área para mantener las herramientas y los insumos, así como un tinaco con capacidad suficiente de almacenamiento de agua, que será llenado con agua por medio de pipas.

En el vivero los individuos pueden sembrarse en bolsas para vivero o en platabandas, según las características de la planta. El tamaño de las bolsas varía de acuerdo al tamaño de la planta y al tamaño esperado antes de estar en posibilidad de trasplantarlas nuevamente. Los ejemplares rescatados que se coloquen en bandas deberán estar

separados de tal manera como para permitir la revisión y limpieza de malezas entre ellos. Cada banda tendrá individuos o bolsas con individuos de la misma especie o de especies con requerimientos similares de luz y humedad; los pasillos deberán ser del ancho suficiente para permitir el paso de una carretilla o bien el paso de las personas para el mantenimiento. Las especies dentro del vivero se distribuirán de acuerdo con sus requerimientos de luz y humedad. Las especies que requieren menos humedad deberán regarse una vez por semana o cuando los dos centímetros superficiales de la mezcla de tierra estén secos. Las especies que requieren más riego deberán regarse dos o tres veces por semana y nunca permitir que se seque la mezcla más allá de 0.5 cm en su parte superficial.



**Figura VI.7.** Ejemplo de un vivero para el resguardo de plantas y construcción de platabandas.

El trabajo de mantenimiento en el vivero consistirá en embolsar y ordenar las plantas rescatadas, regarlas, aplicarles fitohormonas para promover el crecimiento de las raíces, aplicarles fertilizante foliar para fortalecerlas, limpiar las bolsas de malezas que compiten por los nutrientes, podarlas, retirar los individuos muertos y vigilar su estado de salud en general.

#### **VI.6.2.4. Técnicas de extracción de la vegetación susceptible a ser rescatada**

Para la extracción de ejemplares grandes se recomienda utilizar la técnica denominada “Extracción con cepellón”, la cual consiste en extraer los ejemplares con la mayor cantidad posible de suelo adherido a su sistema radical. Con ayuda de herramientas adecuadas primero se debe aflojar la tierra alrededor del cepellón. Como regla orientativa se recomienda que por cada centímetro de diámetro medido en la base del tronco se le deba dar 10 cm de diámetro al cepellón. Esto permitirá extraer raíces completas manteniendo las micorrizas asociadas que contribuyen a la mejor asimilación de los nutrientes y agua del suelo (Ver siguiente Figura). Una vez realizada la extracción, las raíces se deben proteger con distintos materiales tales como malla gallinero, bolsas de plástico, o sacos de

yute abrazando al cepellón. Conforme se vayan extrayendo los individuos, estos deberán ir colocándose en carretillas ubicadas bajo sombra; previendo que no sean cubiertos con bolsas de plástico, ya que esto ocasionaría la deshidratación de los ejemplares. Una vez en la carretilla, las plantas serán transportadas lo más pronto posible a los viveros para su recuperación y posterior reubicación.

Para los individuos más pequeños así como para los agaves, se recomienda la técnica de “extracción completa con raíz desnuda”. Mediante este método se extraerá al ejemplar completo, evitando causar daño a las plantas. Este método se utilizará en ejemplares de tallas menores o hasta un máximo de 2.5 m de altura (dependiendo de su longevidad y grado de ramificación) y para especies que resisten la exposición a la intemperie de sus raíces desnudas como los cactus y agaves.



**Figura VI.8.** Ejemplos de la extracción por cepellón y cuidados durante el rescate.

#### **VI.6.2.5. Identificación, selección y marcaje de plantas a rescatarse**

Para poder determinar los individuos arbóreos que pudieran ser sujetos de rescate, Previo al inicio de las actividades de desmonte se llevará a cabo una revisión exhaustiva sobre los árboles ubicados en la zona de afectación y se procederá a observar las condiciones en las que se encuentran, considerando las características propias de cada especie, así como su condición fitosanitaria, expectativas de vida, valor ecológico, tipo de suelo, fecha y nombre del colector. Se otorgará prioridad y particular atención a los ejemplares de la especie biznaga (*Ferocactus emory*) y senita (*Lophocereus schotti*), mismas que se encuentran sujetas a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010; así como a las especies *Larrea tridentata* ya que resultó ser la especie más abundante y frecuente y *Prosopis velutina* por ser la especie dominante en el predio.

#### **VI.6.2.6. Sitios de reubicación**

Las áreas adyacentes bien conservadas a la superficie de afectación o las áreas ajardinadas diseñadas para el proyecto, se constituirán como los sitios de reubicación definitiva de los

ejemplares rescatados. Una vez definido el espacio de trasplante definitivo de cualquier ejemplar, éste será georreferenciado para su posterior informe a la autoridad correspondiente, si fuera necesario.

#### **VI.6.2.7. Trasplante y plantado**

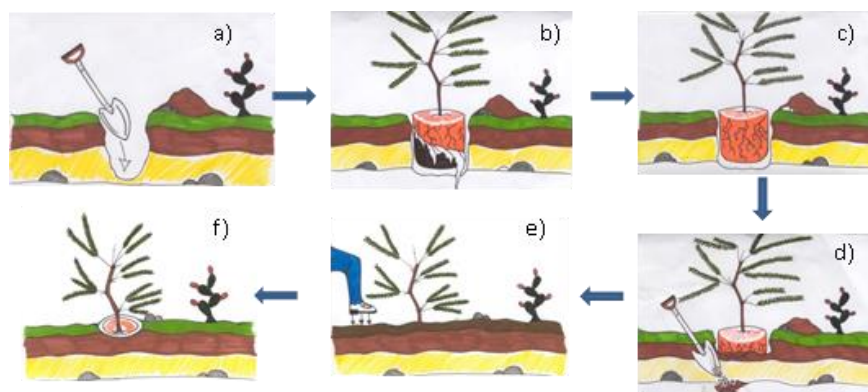
La época más recomendable para realizar la plantación definitiva es durante la época de lluvias. El diseño del trasplante y densidad de las plántulas o individuos va a depender del tamaño de las plantas en estado adulto, la humedad y fertilidad del suelo, la temporada de crecimiento de las especies y las condiciones climáticas del sitio. Para especies arbóreas en este tipo de vegetación, el trasplante se recomienda hacer a una distancia de mínimo 3 x 3 metros entre plantas. Si la fertilidad, humedad y época del año son las adecuadas para el crecimiento de los individuos, se recomienda dejar más espacio entre plantas debido a que las plantas crecerán más vigorosas y requerirán de mayor espacio.

La plantación comienza con la excavación de una cepa que se recomienda sea al menos el doble del diámetro del cepellón y un 50% más de profundo. La planta deberá removerse del envase al momento de efectuar la plantación. El envase deberá depositarse en un contenedor especial para su disposición final. La planta deberá colocarse en el centro de la cepa, cubrirse con tierra y apisonar la tierra circundante a la planta. Para evitar sofocar a las raíces, no hay que enterrar muy profundo el cepellón, por lo que se deberá dejar el cuello radicular de 5 a 10 cm arriba del piso. Se deberá hacer un cajete o borde para retención de agua de una profundidad de 10 a 15 cm para la acumulación de agua. Una técnica cada vez más común que aumenta la supervivencia de las plantas es la colocación de un cubre piso orgánico o “mulch” alrededor de las plantas. El “mulch” disminuye la compactación y mantiene la humedad del suelo, protege las raíces de la erosión, del calor y frío. Puede ser diversos materiales, para este caso se recomienda que los desechos vegetales derivados del desmonte sean triturados y mezclados con hojarasca colectada de la zona (Véase la siguiente Figura).

#### **VI.6.2.8. Mantenimiento post-trasplante**

Para evitar el estrés del trasplante, si el trasplante no se realizó en la época de lluvias, es recomendable aplicar riego continuo después de la plantación durante los primeros 6 meses. Éste deberá ser durante la noche y penetrar al menos los primeros 30 cm de profundidad del suelo. Evitar riego con pipas y chorros a presión. La aplicación de nutrientes solubles en el agua que contengan N-P-K aumenta considerablemente la tasa de sobrevivencia de las plantas. Se deben aplicar dosis constantes durante las épocas de crecimiento, generalmente en la primavera y el verano, y nunca antes de 3 días después

de la plantación. También es recomendable realizar deshierbe constante alrededor de los individuos trasplantados hasta que se garantice su establecimiento, ya que las malezas pueden interferir en su establecimiento y limitar su desarrollo. Se debe permitir el crecimiento de la vegetación nativa (malezas) en zonas donde no haya individuos trasplantados, pues favorece la recuperación y protección del suelo, así como la infiltración de la lluvia. En casos excepcionales en los que se requiera de suelo debido a la erosión en los sitios de trasplante, éste debe tomarse de sitios y zonas aledañas teniendo cuidado de no alterar o dañar estos sitios.



**Figura VI.9.** Proceso adecuado de trasplante. a) excavación de cepa; b) retiro del contenedor; c) colocación de la cepa; d) cubierta total del cepellón; e) compactación de la tierra; f) cajete para retención de agua y colocación de "mulch".

#### VI.6.2.9. Monitoreo post-trasplante

El monitoreo de los individuos trasplantados a sus sitios definitivos se deberá realizar de acuerdo al siguiente plan de monitoreo:

- ❖ Monitoreo 1 a los 30 días del trasplante.
- ❖ Monitoreo 2 a los 6 meses del trasplante.
- ❖ Monitoreo 3 a los 12 meses del trasplante.

Se deberá registrar en una bitácora:

- ✓ Número de individuos trasplantados por especie
- ✓ Tasa de sobrevivencia por especie
- ✓ Tasa de mortalidad por especie
- ✓ Posibles causas de mortalidad
- ✓ Coloración de las hojas
- ✓ Estado fenológico
- ✓ Tasa de crecimiento de los individuos

- ✓ Indicadores de depredación u otras enfermedades

#### **VI.6.2.10. Indicadores de Evaluación**

La evaluación y monitoreo de los individuos rescatados se realizarán tanto para los ejemplares ubicados en viveros temporales como para los trasplantados de manera inmediata a las zonas de conservación. Para el caso de las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se sugiere que el monitoreo se haga cada mes hasta garantizar el establecimiento exitoso de las plantas. Para otras especies se recomienda realizarlo cada dos meses, al menos durante los primeros seis meses después de realizado el trasplante. Cada área de trasplante tendrá que ser identificada con estacas marcadas, georreferenciación y, en caso de ser necesario, deberán ser protegidas con cercas o mallas durante el tiempo de establecimiento de las plantas, con el fin de evitar perturbaciones que afecten su éxito. Para la realización del monitoreo, se llevará una bitácora en la que se registrarán los siguientes parámetros:

- a) Número identificador de la parcela
- b) Número de individuos rescatados por especie
- c) Tasa de sobrevivencia
- d) Tasa de mortalidad
- e) Tasa de crecimiento de los individuos

### **VI.6.3. Reforestación**

#### **VI.6.3.1. Ubicación de la superficie a reforestar**

##### **Selección de sitios**

Los sitios específicos de reforestación se definieran en función de sus condiciones de deterioro con base a los factores físicos, bióticos, lo cual será verificado en campo previo a la reforestación y considerando la facilidad de acceso.

Las coordenadas de ubicación se presentarán una vez definidos los sitios específicos

#### **VI.6.3.2. Métodos de reforestación**

*a) Métodos que requieren de vivero.*

1) Método de plántulas producidas a partir de semillas. Es el más conocido y empleado en la reforestación.

2) Método de propágulos producidos vegetativamente (Propagación vegetativa o clonal).

Se puede utilizar en los casos en que se cuenta con especies que se propagan vegetativamente, es decir, cuando es posible obtener, a partir de las partes vegetativas de una planta, un individuo independiente. Es recomendable particularmente cuando existen problemas para obtener plantas a partir de semillas.

*b) Métodos que no requieren de vivero.*

1) Método de siembra directa de la semilla en el terreno. Se ha empleado muy poco en nuestro país.

2) Método de reforestación con renuevo natural del bosque. Es poco usado y consiste en obtener el material a propagar de las plántulas que se encuentran en la propia selva.

La técnica más comúnmente empleada es la plantación de árboles de uno a tres años de edad que han sido desarrollados en viveros, sin embargo, en la actualidad existen otras formas para rehabilitar el paisaje, tales como la promoción del crecimiento vegetal de especies existentes en el sitio, ya sea con mejoramientos del suelo o con exclusiones de fauna doméstica o silvestre que naturalmente inhiben por ramoneo y pisoteo el crecimiento de las plantas, así como la germinación de las semillas que pudieran encontrarse en el suelo.

#### **VI.6.3.3. Indicadores de seguimiento.**

Los indicadores de seguimiento determinados deberán aportar evidencia clara sobre la evolución de las especies en el sitio, de conformidad con los hábitos de crecimiento de las especies seleccionadas en el Programa, motivo por el cual han sido seleccionados los siguientes parámetros de evaluación y/o umbrales de alarma:

##### **a) Supervivencia de las especies.**

Se deberá mantener una supervivencia no menor al 80% de los individuos, en la misma proporción de la mezcla de especies que sea definida durante la ejecución del Programa. Para lo anterior, se considera realizar una evaluación periódica de los índices de supervivencia (cada seis meses), integrando la información en una bitácora de reporte para mantener informada a la Autoridad sobre el éxito obtenido mediante la presentación de los correspondientes informes de seguimiento de los términos y condicionantes de la autorización condicionada en materia de impacto ambiental.



**b) Estado físico de los árboles.**

Durante la evaluación de los índices de sobrevivencia de las especies, deberá efectuarse también una valoración del estado físico o fitosanitario de los ejemplares transplantados, con la finalidad de identificar la presencia de plagas. En caso de confirmar lo anterior, se realizará un diagnóstico preciso del tipo o tipos de plaga presentes para definir las prácticas de control más adecuadas al tipo de especies utilizadas. Dicha valoración se realizará cada medio año, integrando la información en la misma bitácora que se utilizará para mantener informada a la Autoridad sobre el cumplimiento de los objetivos del Programa.

**c) Uso del área reforestada por la fauna silvestre.**

Además de vigilar el adecuado establecimiento de las especies en el sitio, se contempla efectuar monitoreos de las especies de fauna silvestre que utilicen el lugar como zona de refugio o alimentación (detección de signos que denoten la migración y presencia de especies en la superficie reforestada, o por ejemplo, la observación de madrigueras que impliquen que la vegetación comienza a resultar atrayente para los animales silvestres). Para cumplir con lo anterior, se contará con un especialista de campo que será el responsable de coordinar las acciones de cuidado posteriores a la plantación, mismo que entre otros aspectos definirá por ejemplo las mejores técnicas de control de plagas y enfermedades, etc.

## **VI.7 Programa de Rescate y Reubicación de Fauna**

Los planes de rescate son una buena alternativa para el manejo de la fauna en situaciones de afectación. Sin embargo, dadas las características del sitio en primer término se proponen acciones alternativas a modo de inducir la migración espontánea de los individuos de especies afectados hacia áreas vecinas que no serán alteradas. Con la finalidad de reducir el estrés de captura y la mortandad de animales se procederá a su reubicación lo más pronto posible después de realizado el rescate. Las acciones propuestas en este apartado deberán realizarse antes de la preparación del terreno así como durante todas las etapas de construcción del mismo.

### **VI.7.1. Objetivos**

- Minimizar el efecto de las actividades del proyecto sobre las especies de reptiles, anfibios, mamíferos y aves que actualmente se desarrollan en el área del proyecto.

- El rescate y reubicación de fauna tiene como objetivo identificar, rescatar y reubicar aquellos individuos que se encuentren dentro del área de ubicación de la obra.

### VI.7.2. Especies que considera el subprograma

Para el caso de la superficie del área aprovechable, se documentaron dos especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (dos reptiles). Dichas especies son: lagartija cola de cebra (*Callisaurus draconoides*) y lagartija costado manchado (*Uta stansburiana*), ambas amenazadas (A).

**Tabla VI.3.** Especies identificadas en los muestreos del área aprovechable y listadas en la Norma oficial.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<b>Reptiles</b>				
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Lagartija cola de látigo tigre	NI
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Lagartija cola de cebra	Amenazada
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija costado manchado	Amenazada
<b>Mamíferos</b>				
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merreami</i>	Rata canguro de Merriam	NI
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre	NI
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Juancito	NI
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Conejo	NI
<b>Aves</b>				
Passeriformes	Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	NI
Passeriformes	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	NI
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	NI
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz de california	NI

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	NI
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara	NI
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura común	NI
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	NI
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	NI
Falconidae	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	NI
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	NI
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	NI
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero de Gila	NI
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	NI
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	NI
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita grisilla	NI
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	NI
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	NI
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	NI

Además de estas, se considerarán aquellas especies que por su lento desplazamiento permanezcan en el sitio aún después de las actividades de ahuyentamiento que se describen más adelante.

### VI.7.3. Actividades

El programa de rescate de fauna se deberá llevar a cabo simultáneamente a las actividades de desmonte. Las brigadas de rescate de fauna deberán trabajar junto con el equipo de trabajo de construcción.

#### 1. Delimitación del área

Para garantizar que no existirá perturbación a los grupos de fauna durante el desarrollo del proyecto, es importante que dentro de los trabajos preliminares y como actividad número uno se delimite físicamente el polígono sujeto a afectación, colocando señalamientos que prohíban estrictamente el deterioro de una superficie mayor, tanto de parte de los trabajadores de la obra como del personal encargado de la operación del relleno.

## 2. *Acciones de ahuyentamiento*

La primera medida que será adoptada con relación a la fauna en los predios será su “ahuyentamiento”. El ahuyentamiento es una medida muy satisfactoria en comparación con un procedimiento de captura, registro y liberación posterior de ejemplares, que somete a los individuos a un elevado nivel de estrés, lo cual constituye un efecto indeseable tratándose de especies silvestres, pues se compromete su supervivencia.

El ahuyentamiento de fauna mediante sonidos (sirenas, palos, etc.) realizada minutos antes del ingreso de la maquinaria a las zonas de despalme, ayudará a que los individuos de especies de rápido desplazamiento se puedan refugiar en zonas aledañas conservadas. Las especies que sean de lento desplazamiento, estén en etapas reproductivas (nidos) o se encuentren enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sean encontradas en el predio durante la preparación del terreno, estarán sujetas a las actividades de rescate que se detallan a continuación.

## 3. *Ubicación de individuos sujetos a rescate*

Previo al inicio de cualquier actividad se realizarán recorridos para ubicar a los individuos de especies de fauna que se permanezcan en el sitio aún después de las actividades de ahuyentamiento. Durante esta actividad se anotarán las características del entorno del hábitat de los individuos localizados, tales como refugios, perchas, madrigueras, número de individuos, crías, huevos, ubicación georreferenciada del sitio, asociación vegetal, tipo de suelo, etc., el mayor número de elementos físico y ecológicos que nos permitan una mejor toma de decisiones para su reubicación si el caso fuera necesario, quedando todo bien documentado en su bitácora de campo.

### **Anfibios**

Para confirmar la presencia de este grupo de vertebrados se procederá a la búsqueda, observación, captura y liberación de anfibios, en el hábitat específico de estas especies (zonas húmedas), mediante muestreos diurnos de las 7:00 a las 10 am y nocturnos de las 20:00 a 24:00 hrs.

### **Reptiles**

El registro de las distintas especies de reptiles se realizará mediante transectos al azar en los diferentes tipos de vegetación presentes en la zona del proyecto. Se realizarán dos sesiones de muestreos diarias, de las 10:00 a las 12:00 hrs. y de las 16:00 a las 18:00 hrs. Además, se realizarán algunos muestreos durante la noche, con el fin de detectar a los reptiles de actividad nocturna. Con la técnica de transectos se camina lentamente a través del área elegida, revisando troncos de árboles huecos y hendiduras, tocones, bajo troncos caídos o piedras, entre la hojarasca, plantas epífitas, grietas, charcas temporales y permanentes, que constituyen los microhábitat potenciales de los reptiles.

### **Aves**

La búsqueda de aves se realizará utilizando vocalizaciones y observaciones directas. Estos dos métodos son complementarios debido a que algunas especies se registran mejor con redes de niebla y otras por medio de vocalizaciones y observaciones visuales. Las observaciones y colecta de aves se efectuarán en los puntos de muestreo para cada tipo de vegetación o en su caso en puntos estratégicos.

Para los avistamientos de aves se utilizarán binoculares con aumento de 10 x 50; mientras que para la captura, se emplearán redes ornitológicas de 9 y 12 metros, tanto en la tarde como en la mañana.

#### **4. Captura de individuos**

Una vez identificados los ejemplares que serán rescatados, se procederá a su captura para su posterior liberación en sitios seguros. Para los anfibios y reptiles se procederá a la captura manual directa y en el caso de especies peligrosas (serpientes) se realizará a través de pinzas o ganchos herpetológicos. En el caso de las aves y mamíferos voladores, se emplearán redes de niebla para su captura e identificación. Se usarán trampas Sherman para la captura de mamíferos pequeños no voladores, como marsupiales pequeños, ratones y ratas, mientras que para mamíferos de talla mediana y grande, en caso de existir, se emplearán trampas Tomahawk.

### **Reptiles y anfibios**

La colecta de los ejemplares se realizará directamente con la mano o con ayuda del gancho y/o pinzas herpetológico. En otros casos se registrará la presencia de las especies por métodos indirectos, tales como cadáveres, huesos, mudas, etc.

Tanto para anfibios y reptiles se procederá la captura de la siguiente manera.

- a. La captura se realizará manualmente cuando sean pocos ejemplares de tamaño pequeño; en caso de que se encuentren muchos individuos será por medio de una red de cuchara con la finalidad de manipularlos con mayor facilidad y cuidado.
- b. Para la extracción y manipulación de ejemplares de tamaño grande se utilizará la manipulación directa con pinzas y ganchos herpetológicos.
- c. Una vez capturado el individuo se realizará la determinación taxonómica con ayuda de guías y claves de campo.
- d. Se colocará a los individuos capturados en bolsas de manta, para posteriormente ser liberados en algún sitio que no ponga en riesgo su supervivencia.
- e. Se tomarán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.

### **Aves**

Se estima que las aves que habitan en la zona dentro del proyecto serán las menos afectadas, ya que tienden a huir ante la presencia de ruidos y actividad humana. La captura de aves sólo se considerará si existe la presencia de nidos activos. Dicha actividad se realiza con ayuda de redes de niebla y manipulación directa, como se describe a continuación:

- a. Se colocarán redes de niebla en los sitios con mayores probabilidades de capturar a las aves, tales como bordes de vegetación y de cuerpos de agua.
- b. Una vez capturado el individuo se realizará la determinación taxonómica con ayuda de guías y claves de campo.
- c. Se colocará a los individuos capturados en bolsas de manta, para posteriormente ser liberados en algún sitio que no ponga en riesgo su supervivencia.
- d. Se tomarán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.

### **Nidos**

Durante los muestreos en el polígono

- a. De encontrarse nidos, éstos se rescatarán y se ubicarán en lugares estratégicos con hábitats similares. En caso de que se encuentren ocupados con huevos y/o polluelos, se capturarán para reubicarlos en un sitio aledaño fuera del área de obras.
- b. Los nidos que se encuentren en estratos altos, medios y al ras de suelo dentro del predio del Proyecto y que deban ser reubicados, se buscará en la medida de lo posible que sean colocados en la misma posición y altura en la que se encontraban.

- c. Cuando los nidos contengan polluelos, cuando sea posible, se capturará a los progenitores junto con el nido, con la finalidad de que al remover el nido y colocarlo en otro sitio no sea abandonado por los padres.
- d. En el caso de polluelos con plumas que estén próximos a volar, se colocarán en jaulas y se les proporcionarán los cuidados necesarios para que sobrevivan, liberándolos a la brevedad cuando sean independientes.
- e. En todos los casos se registrarán los datos en una libreta de campo, se tomarán fotografías de evidencia y se efectuará su determinación taxonómica con ayuda de guías de campo.

### **Mamíferos**

El registro de mamíferos dentro del área de proyecto se enfocará principalmente a mamíferos pequeños como roedores, dado que no se registró la presencia de mamíferos de talla grande en el predio. La captura de mamíferos pequeños se realizará por medio de trampas Sherman que serán colocadas cerca de madrigueras y fuentes de agua.

Los procedimientos para rescatar y reubicar especies de mamíferos de talla pequeña y mediana se describen a continuación:

- a. Para las capturas se emplearán técnicas y métodos que eviten lastimar y estresar a los individuos que potencialmente se encuentren en el sitio.
- b. Se colocarán trampas en sitios estratégicos cerca de las madrigueras y veredas de paso de animales que se identifiquen a lo largo del trazo del ducto.
- c. Una vez extraídos o ahuyentados los animales de sus madrigueras, éstas serán cerradas, para evitar que los individuos que habitan en ellas regresen o sean utilizadas por otros, con el fin de evitar que puedan ser lastimados durante las distintas etapas del proyecto.
- d. Las especies de mamíferos rescatados se determinarán con ayuda de guías taxonómicas y de campo.
- e. Se tomarán los datos y evidencias de los rescates realizados en una bitácora con ayuda de material y/o equipo como hojas de registro, cámara fotográfica y GPS.

### **Madrigueras**

- a. Se inspeccionarán sitios potenciales de madrigueras para verificar que no se encuentren individuos en su interior. En caso contrario se procederá al rescate y el

cierre de la madriguera para evitar que los ejemplares regresen y puedan ser afectados por las obras.

- b. Al encontrarse individuos o madrigueras durante la limpieza del terreno o durante el desmonte y despalme, se procederá al rescate de los organismos, teniendo cuidado durante la manipulación de las diferentes especies, empleando guantes de cuero para evitar lastimarlo o que pueda morder, especialmente con mamíferos pequeños.

#### 5. *Liberación de individuos rescatados*

En caso de ser necesaria la captura de algún individuo, situación que se espera no se presente después de las incursiones a los predios para su ahuyentamiento, los individuos se reubicarán en las áreas con vegetación adyacentes al conjunto predial motivo de estudio, o en las áreas con vegetación natural dentro de los mismos, en lugares resguardados por vegetación para evitar que sean depredados.

#### 6. *Indicadores de desempeño y evaluación*

Para el seguimiento del rescate y reubicación de la fauna, se utilizarán dos indicadores de éxito: realización y seguimiento.

El indicador de realización cuantifica el número de rescates de fauna completados con respecto a los grupos faunísticos y a las distintas etapas de la obra. El indicador de seguimiento evalúa la eficiencia de las técnicas utilizadas para el rescate, en cuanto a la supervivencia de los individuos a las acciones de manejo y manipulación de los animales.

Entre las distintas medidas de la efectividad se encuentran:

- Número de ejemplares rescatados (por especie).
- Proporción de ejemplares capturados en relación al total de ejemplares observados o densidades estimadas por especie.
- Área cubierta por el rescate y su relación con la superficie total del proyecto.
- Número de capturas en días sucesivos. A partir del rescate en días consecutivos se determina el número acumulado de capturas. Posteriormente se estima el nivel de saturación de capturas y se establece el número de ejemplares que ya han sido rescatados o ahuyentado de tal manera que se llegue a un porcentaje mayor de individuos rescatados.



- Proporción de capturas en los diferentes períodos de muestreo; para rescates que constan de más de un período de captura.
- Número de especies y de ejemplares endémicos, amenazados y restringidos rescatados, conforme a lo establecido en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Condiciones de la estructura poblacional de las especies rescatadas: proporción de ejemplares infantiles, juveniles, adultos, machos, hembras.
- Número de ejemplares muertos como consecuencia de la captura y/o estrés en las condiciones de cautiverio temporal.

Para evaluar el cumplimiento de los objetivos del Plan de Rescate se usará el siguiente indicador de supervivencia:

$$\text{Índice de supervivencia} = MI/Mr$$

De manera más formal este índice se define como:

$$\phi_t = \frac{\text{Tamaño de la población liberada}}{\text{Tamaño de la población rescatada}}$$

Dónde:  $\phi_t$  = Probabilidad de supervivencia para el muestreo t

Es decir:

$$MI = \text{Tamaño de } \phi_t = \frac{\hat{MI}}{\hat{Mr}} \text{ la población liberada}$$

$Mr$  = Tamaño de la población rescatada

Esta fórmula puede representarse en porcentajes de la siguiente forma:

$$\phi_t = (100) \frac{\hat{MI}}{\hat{Mr}}$$

Para determinar el porcentaje de efectividad de supervivencia de las diferentes especies de vertebrados en los que se aplicará, se presenta la siguiente escala:

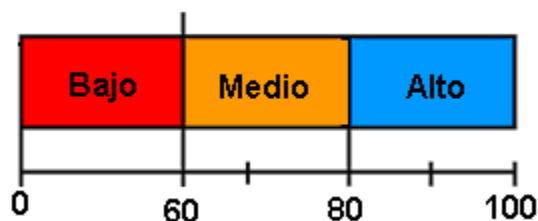


Figura VI.10. Escala porcentual del índice de supervivencia.

### 7. Capacitación del personal

El personal que labore en el sitio del proyecto deberá recibir asesoría y capacitación sobre no colectar, cazar, trampear, azuzar o dañar especies de fauna silvestre; por otro lado, se permitirá la manipulación de las mismas, sólo en caso indispensable para la seguridad de los mismos trabajadores.

## VI.8 Programa de Monitoreo de Corredores Biológicos

La finalidad primordial de un corredor biológico es posibilitar el flujo entre poblaciones aisladas, por algún tipo de barrera para así conservar la biodiversidad; se considera al establecimiento de Corredores Biológicos como una estrategia de conservación.

La fragmentación de los hábitats es una de las principales causas de pérdida de especies vulnerables, raras, endémicas o en alguna categoría de riesgo. Esto se debe a que cuando hay una disminución de la superficie del hábitat se incrementa el efecto de borde y se corre el riesgo de que al quedar los elementos aislados se pierda la funcionalidad. Por tanto en el proceso de alteración del paisaje se dan dos etapas, la primera en la que la pérdida de hábitat y su deterioro son apreciables pero no inciden de forma irreversible sobre el funcionamiento del paisaje, y una segunda etapa que comienza cuando se excede umbral de pérdida de hábitat que conlleva al aislamiento de los retazos de hábitats.

Ante esta situación es primordial tratar de mantener o incrementar la conectividad entre los elementos remanentes del paisaje. La conectividad es la propiedad del paisaje que hace posible el flujo de materia, energía y organismos, entre diversos ecosistemas, hábitats o comunidades. Por lo tanto los efectos de la fragmentación pueden atenuarse,

hasta cierto punto, si se mantienen o se habilitan corredores por los que las especies puedan dispersarse, conectando así los distintos fragmentos de hábitat. Los corredores no deben ser concebidos como estructuras lineales más o menos estrechas que conectan dos espacios, sino como un mosaico de microhábitats que pueden tener especial importancia en la conectividad.

De forma natural las especies se encuentran distribuidas en poblaciones relacionadas unas con otras según su grado de aislamiento (metapoblaciones). En paisajes fragmentados las poblaciones de especies habitan conjuntos de parches de hábitats, las cuales están mutuamente conectadas por movimientos de dispersión (Levins 1970; Hanski y Gilpin 1997; Opdam 2002). El mantenimiento de las poblaciones en paisajes fragmentados depende de: las características de las especies hábitat idóneo, ámbito hogareño y la capacidad de dispersión; la superficie y forma de los parches de hábitat y de la conectividad del paisaje, expresada como la facilidad que tienen las especies para moverse por el paisaje.

### **VI.8.1. Importancia de los corredores biológicos**

De acuerdo con la ecología del paisaje, la formación de corredores biológicos permite la conservación de la vida silvestre, al disminuir el aislamiento, esto considerando que las especies tengan la capacidad de desplazarse por el paisaje entre fragmentos. Por lo tanto favorecen la conectividad, lo cual propicia un incremento en el intercambio de individuos entre poblaciones, una mayor persistencia local y regional de las poblaciones, reduciendo así la tasa de extinción y aumentando la tasa de colonización. Esta conectividad favorece no solo movimientos de especies animales, sino también de especies vegetales y flujos de materia y energía.

Por lo tanto los corredores biológicos contribuyen a la conservación de la biodiversidad debido a que:

- Ayudan a los animales a atravesar barreras locales y mantener desplazamientos a través de ambientes que son ecológicamente inhóspitos.
- Ayudan a las especies a que mantengan desplazamientos migratorios tradicionales entre áreas geográficas diferentes.
- Permiten que las especies recolonizen hábitats mediante una mayor dispersión e inmigración.

### **VI.8.2. La función de los corredores biológicos para la vida silvestre**

Hay que tener en cuenta que la fragmentación opera a diferentes escalas para distintas especies y distintos hábitats: un paisaje fragmentado para una especie puede no serlo para otra con mayores capacidades de dispersión o requerimientos de hábitats menos exigentes (Wiens y Milne, 1989). Aves e insectos voladores tienen mayor movilidad que las especies menos ágiles como los roedores. Los animales de cuerpos grandes tienden a desplazarse más lejos sobre una base regular que las especies más pequeñas y los carnívoros en general buscan alimento por un terreno más amplio de recorrido que los herbívoros sedentarios. Estas escalas diferentes de desplazamiento significan que se necesitan enlaces adecuados entre recursos a una escala relevante para cada especie. Incluso dentro de grupos similares de especies, un examen más minucioso revela una gama de patrones diferentes de desplazamiento en una serie de escalas.

### **VI.8.3. Objetivos**

Los objetivos particulares son:

- Identificación de los corredores biológicos.
- Brindar información base para entender cambios en los corredores biológicos.
- Establecer evaluaciones periódicas para conocer las tendencias en los corredores biológicos.

Las estrategias para llevar a cabo los objetivos del Programa de Monitoreo de Corredores Biológicos se presentan a continuación:

### **VI.8.4. Ubicación de corredores biológicos**

Derivado de las condiciones climáticas y de cobertura vegetal, se sabe que los sitios con escurrimiento superficiales son zonas potenciales de refugio y/o alimentación de la fauna por presentar un gradiente ligeramente mayor de humedad y de vegetación, motivo por el cual el presente programa está enfocado a los corredores locales correspondientes a los escurrimientos presentes dentro del predio propuesto, los cuales tal y como se ha referido con anterioridad, son de 1<sup>er</sup>, 2<sup>o</sup> y 4<sup>o</sup> orden (Véase la siguiente imagen).



**Figura VI.11.** Imagen que muestra a la izquierda la delimitación del predio del proyecto, dentro del cual se resaltan los escurrimientos de 1<sup>er</sup>, 2º y 4º orden, mismos que corresponden a los corredores biológicos.

#### VI.8.5. Establecimiento de línea base.

Se construirá un marco conceptual de los corredores biológicos identificados, para ello elaborará una Ficha Técnica de cada corredor biológico (o *hábitat remanente*, el cual corresponde a las áreas mejor conservadas) con el objeto de brindar la información básica necesaria sobre cada uno de los mismos.

En las fichas técnicas se presentará información relacionada con el corredor biológico, su ubicación geográfica, características ambientales (hábitat, especies de flora y fauna), descripción física (altitud, tipos de suelo, geformas), y se identificarán las principales amenazas para la biodiversidad, y la importancia del enlace, entre otras.

Se pretende que la información de las fichas técnicas, proporcione además un panorama acerca del área y grado de fragmentación actuales.

#### VI.8.6. Evaluación cuantitativa de las acciones de rescate y manejo de flora y fauna.

Como se ha venido mencionando a lo largo del presente apartado, se llevarán a cabo acciones específicas que permitan el rescate y manejo de individuos de especies de flora y fauna, a través del establecimiento del *Programa de Manejo Integral de Flora* y el *Programa de Manejo Integral de Fauna*, los cuales tienen como objetivo, dar seguimiento a las acciones de rescate de las especies de flora y fauna, mismas que se realizarán previo

al inicio de las actividades, con especial énfasis en los individuos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como efectuar la reforestación durante y después de la etapa de construcción.

#### **VI.8.7. Vigilar la salud y calidad ambiental de los ecosistemas, particularmente del área de conservación propuesta como corredor biológico.**

Se identificarán cambios críticos en la estructura y función de los ecosistemas que se desarrollan en los corredores de hábitat remanentes, con el objetivo de vigilar oportunamente la calidad ambiental de los mismos, las acciones de vigilancia se enfocarán particularmente al área identificada como corredor biológico.

Por lo que a través del presente programa se identificarán a los corredores biológicos, como áreas de protección estricta, ya que funcionan como zonas de refugio para los animales.

#### **VI.8.8. Indicadores de cumplimiento del Subprograma:**

- ✓ Generación de información técnico-científica que soporte el establecimiento de corredores biológicos a través de la elaboración de fichas técnicas.
- ✓ Grado de conectividad entre los corredores biológicos a través de:
  - Superficie total acumulada de áreas de vegetación natural sujetas al procedimiento de protección, al de conservación y al de reforestación, para proveer información de su uso como zona de conectividad y hábitat.
  - Índice de la presencia y situación de la fauna dentro del área de conservación (ya sea que vivan en ellos o que pasen a través) para proveer información acerca de cómo se está empleando como zona de conectividad y hábitat.
- ✓ Comparación de corredores biológicos, antes y después del establecimiento del proyecto a través de:
  - Censo de densidad o abundancia relativa de especies de flora y fauna en los corredores biológicos.

### **VI.9 Programa de Manejo Integral de Residuos.**

El presente programa busca proponer medidas que permitan el adecuado manejo de los residuos generados durante todas las etapas del proyecto, desde su diseño y construcción, hasta su operación. Los objetivos particulares son:

- Disminuir el riesgo de contaminación de suelo, agua y ecosistemas por residuos líquidos, sólidos y peligrosos.
- Reducir al máximo las fuentes generadoras de residuos líquidos, sólidos y peligrosos que pudieran amenazar la integridad física y funcional de los ecosistemas.
- Identificar y utilizar la mejor eco-tecnología e infraestructura sanitaria disponible para el tratamiento de aguas residuales.

### VI.9.1. Impactos Ambientales que atenderá:

En las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto serán generados necesariamente residuos líquidos, sólidos y peligrosos, tal y como se refiere en los Capítulos II y V de la presente MIA-R. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación, se deberán identificar los centros generadores de éstos y se deberán agrupar, según el tipo de residuo generado en diferentes clases: residuos sólidos, líquidos y peligrosos. En este contexto, el Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR) que se propone es el siguiente.

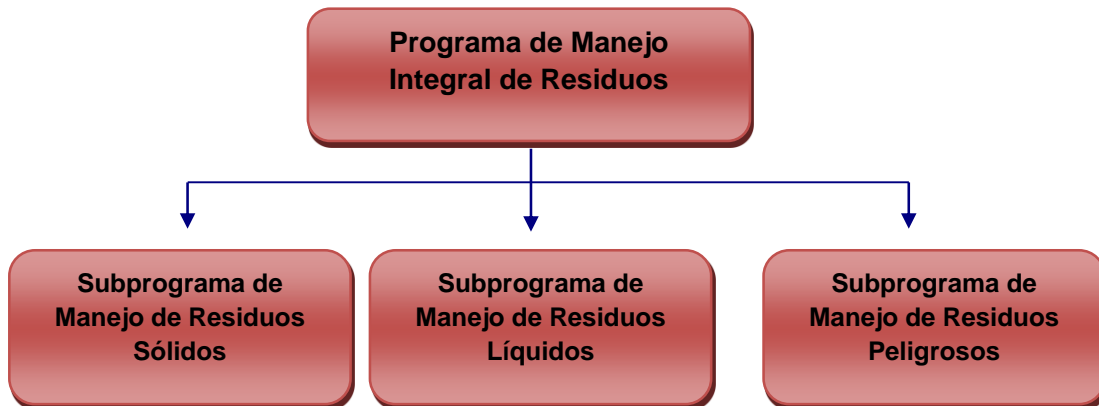


Figura VI.12. Subprogramas que conforman el Programa de Manejo Integral de Residuos.

### VI.9.2. Subprograma de Manejo Residuos Sólidos.

El proyecto deberá manejar adecuadamente los desechos sólidos para evitar la contaminación al suelo y con ello que se afecten las áreas frágiles para el desarrollo de los procesos naturales de la zona, así como que se afecte negativamente la imagen del proyecto de ser una empresa limpia y respetuosa del medio ambiente.

El Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos considera una serie de acciones sistematizadas tal y como a continuación se presentan en la siguiente figura.

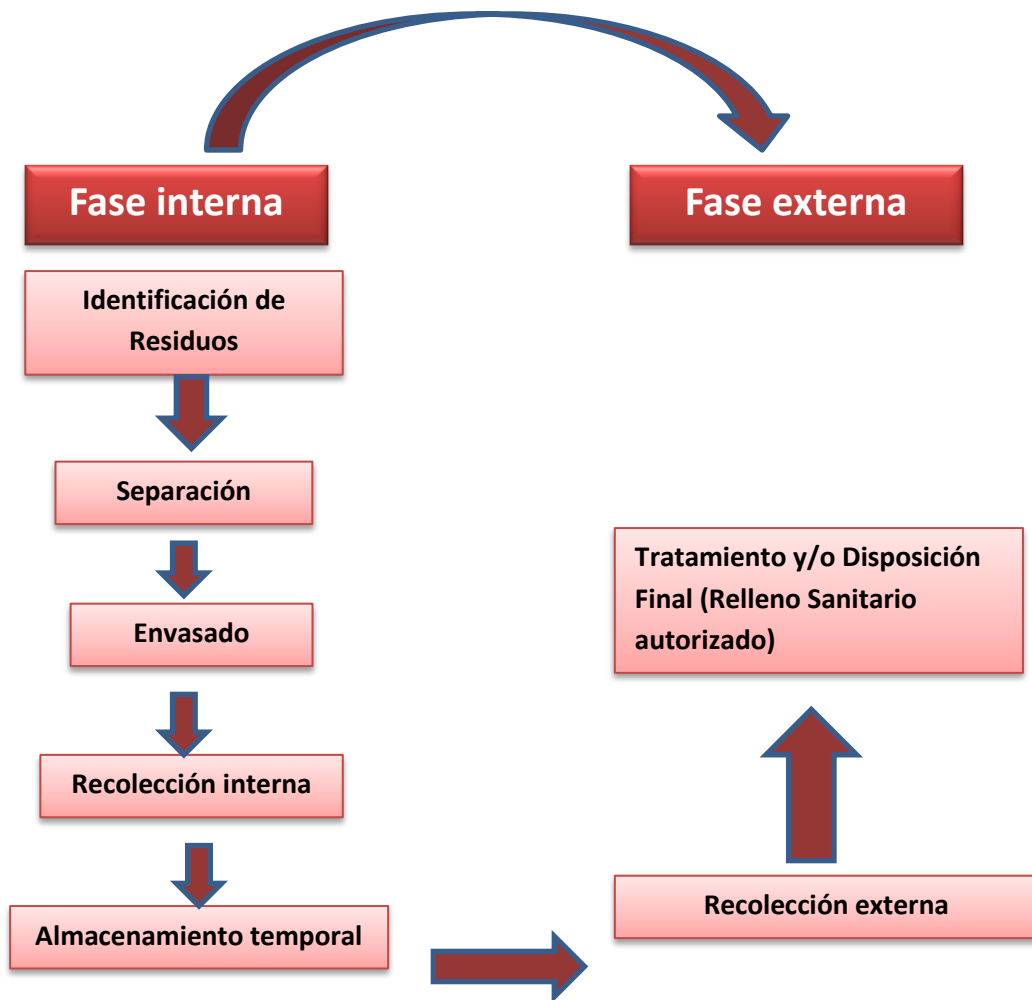


Figura VI.13. Diagrama de Manejo de Residuos Sólidos.



Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

- ✓ Definir medidas para la reducción de fuentes de residuos sólidos.
- ✓ Definir estrategias para la separación, reutilización y reciclaje de materiales.
- ✓ Identificar los mejores métodos para la disposición temporal y final de residuos.

La estrategia prevista para alcanzar las metas y aplicar los criterios referidos se presentan a continuación.

#### VI.9.2.1. Fase Interna.

La fase interna del manejo de residuos contempla las actividades de identificación, separación, envasado, recolección y almacenamiento temporal.

##### **Identificación previa, separación y envasado.**

Los diferentes tipos de residuos sólidos que se prevé que serán generados durante los procesos constructivos y operativos del proyecto, deberán ser identificados, separados y colocados en los contenedores con su respectiva etiqueta lo cual posibilitará su separación. Posteriormente se dará un manejo diferenciado de los mismos, que dependerá de los tipos de desechos, fuentes generadoras, mecanismos previstos de recolección, confinamiento y disposición final. Como ejemplo se muestra la siguiente tabla.

Dentro del subprograma se han considerado actividades de separación de residuos para reciclaje, por lo que se ubicaran contenedores para la recolección de cuando menos: plásticos, vidrio, aluminio, papel y cartón y deberán identificarse por medio de un color y/o estar debidamente señalados.

**Tabla VI. 4.** Tipos, fuentes de origen y manejo de residuos sólidos que potencialmente pueden ser generados en el proyecto.

Tipo de Residuo	Descripción	Fuente generadora	Recolección y confinamiento	Disposición final	Indicador del manejo o gestión
Inorgánico	Plástico (Pet)	Proveniente de los centros de servicios de alimentos y bebidas	Se recolectará y se transportará en bolsas hasta almacenamiento temporal de residuos. Posteriormente serán almacenados en contenedores con	Empresa recicladora	Kg/día

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto “Solar Fields”

Tipo de Residuo	Descripción	Fuente generadora	Recolección y confinamiento	Disposición final	Indicador del manejo o gestión
			leyenda (RECICLABLE PET) y capacidad de 80 kg.		
	Aluminio	Proveniente de los centros de servicios de alimentos y bebidas	Las latas son recolectadas, comprimidas y llevadas al centro de disposición temporal de residuos, luego son depositadas en el contenedor con leyenda RECICLABLE ALUMINIO), en el almacenamiento temporal de residuos.	Empresa recicladora	Kg/día

Los depósitos o contenedores exclusivos para los desechos deberán estar en lugares estratégicos y cada uno de éstos debe poseer tapa y bolsa de plástico de uso rudo y deberá estar marcado o señalizado.

#### Acciones a considerar en el manejo de residuos

Las actividades de operación y mantenimiento del proyecto generarán desechos sólidos que deben de disponerse en los recipientes asignados para ello. Se deberá de contar con los depósitos de basura necesarios para mantener el sitio en un estado saludable y tener un plan de monitoreo y vaciado de los recipientes.

A continuación se citan acciones que deberán considerarse para un manejo adecuado de residuos:

1. El proyecto deberá especificar y señalar los lineamientos para el manejo de desechos sólidos (tiempos, ubicación y características de contenedores, etc.).
2. Las instalaciones deberán tener definida y señalizada una ubicación para los sistemas y equipo para el manejo de los desechos sólidos que minimicen el impacto.
3. En ningún caso los residuos serán dispuestos en cuerpos de agua, en la proximidad de los ecosistemas acuáticos o en contacto con el suelo.
4. Las bolsas de los depósitos o contenedores deberán ser colectadas periódicamente y depositadas en el área general específica para los desechos.

5. Los sitios donde se colocarán los depósitos deberán ser de fácil acceso y estar debidamente señalados.
6. Se colocarán tapaderas o algún otro artefacto que mantenga los residuos aislados del agua de lluvia.
7. No se debe permitir que los contenedores rebosen.
8. Se mantendrán las áreas limpias y ordenadas.
9. Se colocarán letreros en cada sitio de disposición de residuos, informando a los usuarios que los contenedores son exclusivos para residuos de tipo doméstico y no se deberán tirar desechos combustibles, químicos tóxicos, pinturas, pilas, aceites, anticongelantes, resinas, barnices, etc. en forma sólida ni líquida.

#### **Recolección interna y almacenamiento temporal.**

Los residuos sólidos generados durante la operación y mantenimiento del proyecto serán separados en residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables) y orgánicos, a través de contenedores de plástico con tapa y claramente etiquetados que serán colocados estratégicamente cerca de las fuentes de generación.

Posteriormente, el personal asignado para la actividad de recolección interna conducirá los residuos, ya sea en bolsas de manera manual o bien mediante carros asignados para ese fin, hacia la zona de almacenamiento temporal dentro de las instalaciones del proyecto y que deberán ser colocados en contenedores de mayor capacidad para su almacenamiento temporal hasta su recolección externa.

#### **VI.9.2.2. Fase Externa**

La fase externa del manejo de residuos comprende la recolección propiamente externa y disposición final de los residuos.

#### **Recolección externa y disposición final.**

La actividad de recolección externa se llevará a cabo por unidades de recolección por parte de una empresa prestadora de servicio para este fin. Las unidades recolectoras conducirán los residuos no peligrosos al sitio de disposición final o en su caso de reciclaje, o serán trasladados a los centros de acopio o bien a las instalaciones donde se les dará un tratamiento específico.

#### **Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.**

Se evaluarán periódicamente:

- ✓ Medidas establecidas para reducir fuentes de residuos sólidos.
- ✓ Medidas establecidas para la separación de residuos sólidos (biodegradables, reciclables, y no reciclables).
- ✓ Registro de recolección de basura (estimación en m<sup>3</sup> o kg.).
- ✓ Registro del retiro del sitio de residuos y disposición final de los residuos sólidos reciclables separados, por empresas o instituciones autorizadas.

### **VI.9.3. Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos.**

El Subprograma de manejo de Residuos Líquidos ha sido diseñado y será implementado para la operación de las obras, en primera instancia con la finalidad de dar cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable en materia, y segundo para revertir y controlar la contaminación al suelo. Cabe destacar que la generación de aguas residuales durante la preparación del sitio y construcción se empleará baños portátiles los cuales estarán contratados con una empresa que se encarga de darles la limpieza y mantenimientos correspondientes así mismo se encargan del manejo y traslado de los desechos orgánicos generados.

Las metas principales que contempla la implementación de este Subprograma son las siguientes:

- ✓ Identificar y utilizar la mejor infraestructura sanitaria disponible para el manejo de aguas residuales.
- ✓ Disminuir el riesgo de contaminación de suelo, agua y ecosistemas por aguas residuales.
- ✓ Reducir las fuentes generadoras de aguas residuales.

La estrategia prevista para alcanzar las metas y aplicar los criterios referidos se presentan a continuación:

#### **Supervisión sanitaria sistemática.**

Se llevará a cabo la colocación de suficientes sanitarios portátiles a razón de una por cada 15 trabajadores, las cuales deberán ser colocadas a una distancia no mayor de 50 m una de la otra.

A estos sanitarios deberá ofrecérseles mantenimiento a cargo de una empresa especializada y con las autorizaciones correspondientes, al menos cada tercer día.

**Indicadores de Cumplimiento del Subprograma.**

- ✓ Medidas establecidas para reducir fuentes de residuos líquidos.
- ✓ Medida para prevenir accidentes de contaminación en la zona por residuos líquidos.
- ✓ Medidas previstas para el manejo y disposición final de los residuos líquidos que se generen.
- ✓ Relación y estimación del volumen de residuos líquidos generados.

# Capítulo VII

*PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO  
Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS*



## **VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**

Los pronósticos ambientales permiten tener una imagen a futuro de las condiciones ambientales del SAR, así como del polígono total del predio y del área aprovechable del proyecto, a fin de prever las posibles afectaciones que tendrían los recursos y procesos naturales por el desarrollo del mismo.

Con la construcción de escenarios, es posible indicar lo que puede suceder o esperar, como consecuencia de la implementación del proyecto, es decir son premisas o suposiciones básicas en que se basan la planeación y la toma de decisiones.

En realidad, los pronósticos ambientales no sólo se utilizan como elemento de los modelos de solución de problemas, sino que establecen además las premisas a partir de las cuales se elaboran los planes y controles.

Los pronósticos ambientales del proyecto, se desarrollaron a partir de la construcción de escenarios; un escenario no es una predicción de un hecho específico, sino una descripción de lo que puede ocurrir por la influencia de varios factores. Los escenarios describen eventos y tendencias y cómo éstos pueden evolucionar en un lapso de tiempo y espacio determinados.

En el caso del proyecto, el desarrollo de los escenarios permitirá prever las posibles afectaciones que se tendrían sobre los recursos naturales, con y sin la influencia del proyecto. Así como poder discernir, si las medidas preventivas, de mitigación y /o de compensación consideradas dentro del desarrollo del proyecto, son eficaces en la disminución y/o prevención de los impactos ambientales previstos.

Es así que a través de estos escenarios se pueden evaluar la pertinencia y en su caso reconsiderar las medidas de mitigación propuestas, y sus alcances a fin de establecer las más adecuadas para la prevención y mitigación de las posibles afectaciones generadas por el proyecto y con ello enfocar los esfuerzos y recursos materiales y humanos al cumplimiento de las metas establecidas.

Para la elaboración de los escenarios, se consideró en primera instancia la información base del capítulo IV de la presente MIA-R, mismo que proporcionó las condiciones de deterioro o conservación de los recursos naturales del proyecto.

En la práctica no existe una sola forma de elaboración de escenarios, algunas son sencillas y otras más sofisticadas. La construcción de escenarios involucra un conjunto de procedimientos y herramientas cuya aplicación requiere de una determinada conceptualización y coherencia procedimental que conduce al método de escenarios.

En la aplicación el método es posible distinguir varios tipos de escenarios: *posibles*, *realizables* y *deseables*. El primero es referido a todo lo que puede ser imaginado; el segundo a todo lo que es posible considerando las restricciones; y el tercero, a lo que es posible, pero no necesariamente realizable en su totalidad. Desde la perspectiva de la naturaleza de sus probabilidades, los escenarios pueden ser tendenciales, referenciales y contrastados o normativos (Massiris, 2005).

El escenario tendencial, sea probable o no, corresponde a la extrapolación de tendencias respecto a los principales problemas territoriales; el escenario *referencial* corresponde al escenario más probable, independientemente de que este o no basado en tendencias, en tanto que el contrastado es la exploración de un tema voluntariamente extremo, la determinación a priori de una situación poco probable (Massiris, 2005).

Para el caso de la presente evaluación de la MIA-R, la identificación de los escenarios es de carácter tendencial.

Para estimar los posibles escenarios tendenciales se tomaron en cuenta los siguientes insumos:

- ✚ Análisis de los procesos históricos de ocupación del territorio (SAR y área de estudio). Este apartado permite entender los factores históricos que han incidido en la actual configuración del territorio a una escala regional. Este apartado permite entender que el proyecto forma parte de las estrategias para un desarrollo regional.
- ✚ Un segundo aspecto que para definir los posibles escenarios regionales es el análisis de las políticas y estrategias en los instrumentos de regulación en materia ambiental y urbana, estos instrumentos de planeación permiten identificar los escenarios esperados a mediano y largo plazo.
- ✚ Un tercer aspecto que se consideró para el análisis de los escenarios fueron los procesos y componentes que definen la estructura, la regulación y los componentes críticos. A partir del análisis de la interacción del proyecto con su entorno, es posible reconocer la capacidad que tendrá el ecosistema de recuperarse ante los impactos del proyecto.



## VII.1 Escenario del SAR previo a la implementación del proyecto.

### Procesos históricos de ocupación del SAR

La relación transfronteriza de intercambio comercial en el siglo XIX, es que surge el Puerto Ciudad Puerto Libertad. La construcción de este Puerto tenía varios objetivos por mencionar algunos es de regular el tránsito de mercancías mediante una aduana, y activar la amplia zona agrícola, minero – ganadera del desierto sonorense (Altar; Caborca y Pitiquito).

Puerto Libertad pretendía beneficiar a los minerales y ranchos situados en el desierto de Altar y Sierra de Magdalena y facilitar la conexión al mar a los anglosajones de Arizona. Con la construcción de este puerto se lograría que los productores del desierto exportaran la cosecha de trigo, fruta y carne seca, queso y mantequilla, los mineros tendrían una salida fácil para sus metales y atraerían capitales para invertir en sus ramos. Además ampliarían las relaciones comerciales por mar y tierra. Igualmente existían expectativas de fomentar el poblamiento con inmigrantes.

Sin embargo, por cuestiones de inestabilidad económica, política durante los años 1865 – 1866, así como el abandono de los promotores no se llevaron a cabo los proyectos de desarrollo propuestos para la zona. Hoy en día Puerto Libertad es un espacio compartido por pescadores y empleados de la Comisión Federal de Electricidad.

La importancia hoy en día de Puerto Libertad es que es considerado como un lugar estratégico en la generación de energía eléctrica. La localización geográfica del lugar, aunado a sus características físicas como puerto natural, permiten el desembarque de buques que proveen de grandes cantidades de combustóleo necesario para la operación de la central termoeléctrica (PDUCP, 2004).

Inicialmente, la construcción de la Planta de CFE se debió a las necesidades de energía del Estado que cada diez años duplicaba su demanda en virtud de un acelerado crecimiento de la actividad económica, particularmente la minera, en el norte de la entidad. Hoy en día, la energía eléctrica producida en el Puerto Libertad se interconecta a la red nacional de distribución de la CFE.

Ahora bien, con respecto a la presencia de grupos indígenas actualmente en el área no es significativa la presencia de algún grupo, por las condiciones siguientes:

En el área del proyecto los grupos Seris, son los grupos que ocuparon las tierras del desierto y aunque hubieron varios intentos por colonizarlos, no fue posible debido a sus

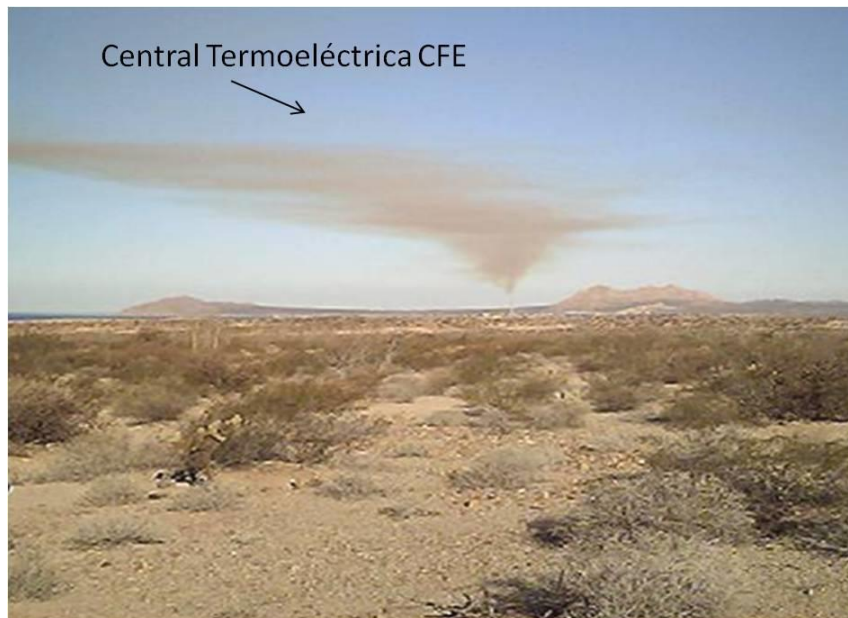
costumbres asociadas a su cultura. La desaparición de este grupo está asociada por su persecución.

Debido a sus conocimientos en las artes de pesca, comenzaron a tener como elementos esencial de su economía el intercambio comercial. En el año de 1936 el presidente Lázaro Cárdenas promovió su organización en cooperativas de pescadores, les proporcionó el equipo necesario y los concentró en el poblado de Bahía Kino. Con el aumento de población no nativa, el grupo Seri se fue desplazando hacia Desemboque. Sin embargo fue hasta el año de 1970 cuando fue reconocido su territorio mediante la dotación de una franja costera y en 1975, declara el canal de Infiernillo como zona de pesca exclusiva Seri y se les otorgó simbólicamente como posesión comunal la isla Tiburón, decretada a su vez, como zona de reserva ecológica (CDI, 2009).

### Problemas ambientales

Actualmente las actividades que causan deterioro dentro del SAR del proyecto son:

- ✚ Actividades de la Central Termoeléctrica de Puerto Libertad, con efectos directos sobre la calidad del aire y la calidad del agua.
- ✚ Centros de Población, con efectos en la generación y disposición de residuos.



**Figura VII.1.** Vista de las emisiones de la central termoeléctrica CFE



**Figura VII.2.** Vista de las áreas con residuos depositados al aire libre en las inmediaciones del Poblado de Puerto Libertad

Dentro de las problemáticas ambientales, uno de los aspectos más importantes es la generación de contaminantes derivada de la operación de la Planta Termoeléctrica que genera a los pobladores locales. Evidencia de lo anterior, fue el dictamen de la Comisión de Salud de la Proposición con punto de acuerdo por el que se solicitó a la Comisión Federal de Electricidad resolviera los problemas que la Planta Termoeléctrica de Puerto Libertad provoca a la salud y desarrollo integral de dicha comunidad (SEGOB, 2010). Sin embargo, estudios indican que por la baja concentración de población local, el impacto por los costos externos en la salud es de bajo impacto, aunque esto no incluye el impacto en materiales, cultivos, ecosistemas, bosques o incluso en el calentamiento global.

### **Diagnóstico y tendencias de deterioro actuales**

Este apartado tiene como objetivo estimar los probables escenarios del SAR, bajo las condiciones actuales en que se encuentra el SAR.

Para ello, los aspectos que se retoman son los siguientes:

- Los procesos que *definen* la estructura y el actual funcionamiento del SAR
- Los procesos y/o componentes que se encargan de la *regulación* del SAR
- Los procesos y/o componentes críticos del SAR que son *vulnerables* ante los cambios

Los procesos que definen a lo largo del tiempo la estructura actual del SAR son básicamente los climáticos, los geológicos – geomorfológicos y los hidrológicos subterráneos.

En términos climatológicos, las condiciones de extrema aridez regional son debidas a que la latitud en que se encuentra el SAR dentro del cinturón subtropical de altas presiones, siendo donde se concentran algunas de las regiones más cálidas.

Los procesos geológico – geomorfológicos, son uno de los indicadores que definen la evolución y la actual estructura del SAR. Por la evolución tectónica que está dada por un conjunto de eventos magmáticos – estructurales que han ocurrido desde el periodo jurásico Tardío hasta el reciente. Posteriormente durante el Cretácico, se registran una serie de movimientos tectónicos de subducción de la Placa de Farallón bajo la Placa de Norteamérica, originando una serie de plegamientos, segmentación estructural, metamorfismo y de deformación.

Otro episodio tectónico ocurrió a finales del Plioceno, ocasionando la ruptura continental asociada a la apertura del Golfo de California, generando áreas de afectación estructural cuya influencia afecta las regiones costeras tanto de Sonora como de la Península de Baja California. Finalmente, durante el cuaternario es cuando se registra la sedimentación de grandes cantidades de espesores detríticos que forman las amplias llanuras costeras y planicies aluviales.

Tal y como se ha señalado en los párrafos anteriores, la conformación geológica está influenciada por un proceso tectónico estructural, cuya última etapa de estabilización se ha manifestado en el periodo cuaternario, esto nos habla de un medio cuya tendencia es de reciente estabilidad.

Por lo anterior, los eventos geológico – geomorfológicos, así como por la localización del SAR dentro de una franja subtropical de altas presiones, son los procesos que han definido a lo largo del tiempo la estructura del SAR. Los componentes mesoclimáticos y los geológico – geomorfológicos, son componentes duros, resistentes a los agentes externos y por lo tanto tardan mucho tiempo en manifestarse sus cambios.

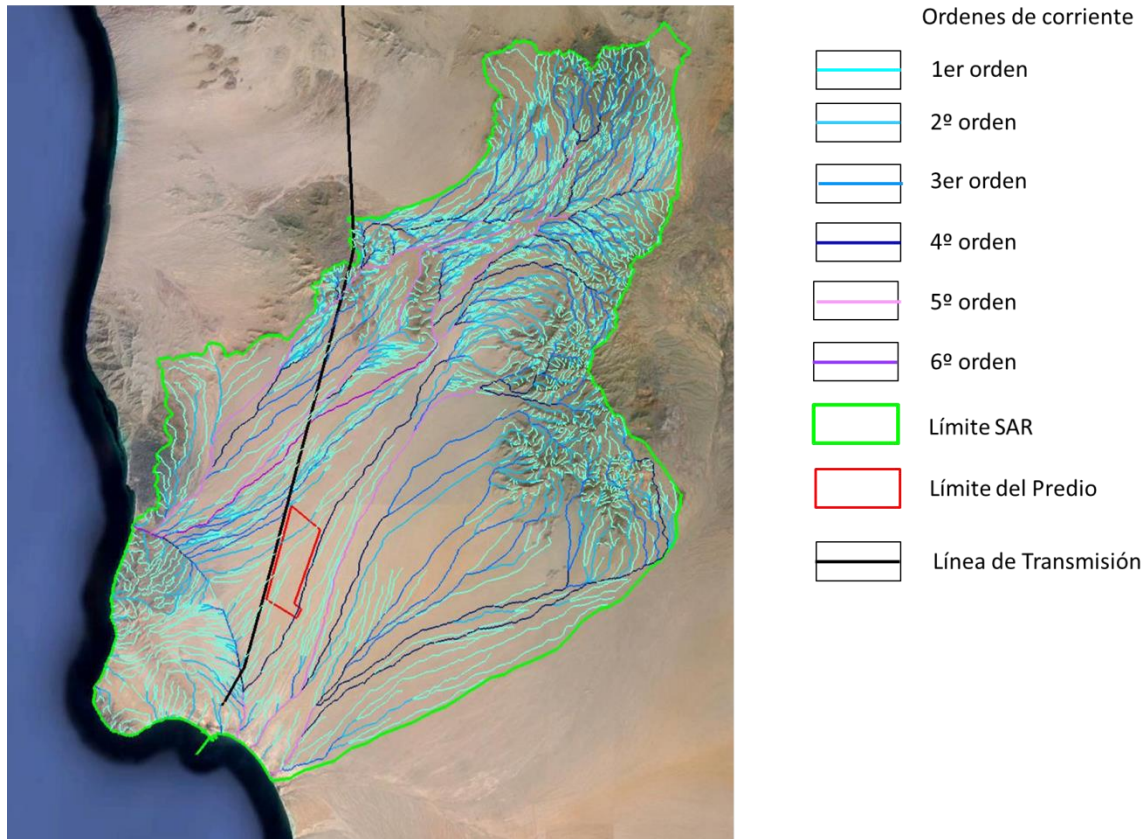
La disposición mesoclimática y la evolución geológico – geomorfológica son las que definen el arreglo de la estructura horizontal y vertical del paisaje. A partir de este arreglo en la estructura del sistema, es que el proceso hidrológico subterráneo adquiere su importancia por constituir el proceso que regula el funcionamiento del sistema.

Aun cuando las condiciones climáticas del sitio sean de aridez, es el proceso hidrológico subterráneo el que se encarga de distribuir a lo largo de las diferentes zonas funcionales, la carga de energía, materia e información (EMI), derivada de los mínimos cambios de temperatura y precipitación.

El proceso hidrológico, se ubica en la interfase entre los componentes macro y mesoestructurales, sin embargo a diferencia del clima y la geología, la hidrología es un componente susceptible a los cambios porque es el resultado de la estructura y arreglo de los dos componentes antes mencionados.

Derivado de las condiciones climáticas mesorregionales; la baja disponibilidad de humedad en un periodo corto de tiempo; la alta permeabilidad de los sustratos; la distribución y disponibilidad del recurso hídrico son los factores que condicionan que el componente hidrológico subterráneo sea el que define la regulación del SAR.

Se registran varios sistemas de drenaje, los cuales tienen descarga directa al Golfo de California, hasta donde su escurrimiento es efímero, es decir, solo transportan agua inmediatamente después de las precipitaciones, es decir no existen cauces permanentes, un aspecto relevante es el hecho de que el arrastre de sedimentos producto de las precipitaciones, no contribuye en el proceso de formación de playa en la zona costera, de acuerdo con el cálculo del índice de erosión, ni el SAR ni el predio del proyecto, son consideradas como zonas de influencia de erosión hídrica; toda vez que se registra poca precipitación, en donde la mayoría de los escurrimientos se evapora dadas las altas temperaturas características del clima desértico de la región (se registra una temperatura media anual de 21.3 °C, una lámina de precipitación total media anual de 107.6 mm y una lámina de evaporación potencial de 2,264.2 mm) de tal forma que el escurrimiento es mínimo y se infiltra rápidamente al llegar a la zona aluvial, aunado a lo anterior se tiene que la mayor parte del área corresponde a una planicie, con suelos altamente permeables.



**Figura VII.3.** Área de drenaje dentro del Sistema Ambiental Regional.

Aun cuando la reactivación de los cauces de carácter superficial son eventuales, son importantes por su aporte en la recarga del acuífero local y regional. Otro factor de importancia de este componente es que funcionan como los principales corredores biológicos a escala local.

Por lo anterior, la distribución y disponibilidad del recurso hídrico son los que regulan el funcionamiento del resto de los componentes mesoestructurales. Es el componente que transmite la carga de materia, energía e información (EMI) hacia las partes bajas del SAR.

Ahora bien, los *componentes críticos* que son susceptibles a los cambios son los de carácter mesoestructurales tales como el suelo, la vegetación y la fauna. Estos componentes dependen de la regulación de los procesos hidrológicos. Dado que el sistema es muy dinámico y de reciente estabilidad, la capacidad de resiliencia en alguno de estos componentes necesitaría de un tiempo considerable para su recuperación.

Son dos los factores que proporcionan la mayor entrada de energía, y determinan el nivel de dinamismo en la zona, estos son los *procesos de erosión eólica* y *los procesos de erosión hídrica*, estos últimos por la entrada ocasional de huracanes que llegan a afectar a la zona. De acuerdo con las estimaciones realizadas en el capítulo IV de la presente MIA-R, el nivel de erosión eólica e hídrica a nivel del SAR y predio del proyecto es predominantemente moderado.

Considerando que a nivel del SAR el aprovechamiento de los recursos en la zona es muy bajo, y por lo tanto los niveles de conservación son considerables. Sin la presencia del proyecto, se espera que el SAR siga con las mismas tendencias actuales de ser un sistema muy dinámico por la ocurrencia de procesos eólicos y/o hídricos de intensidad moderada, enmarcado por un proceso evolutivo de reciente estabilidad.

#### ***Escenarios regionales esperados en los instrumentos de planeación***

En materia de políticas aplicables desde las diferentes escalas jerárquicas de cada uno de los instrumentos de planeación, se tiene que el Plan Estatal de Desarrollo 2009 – 2015, tiene como uno de sus ejes de partida el desarrollo competitivo a través de la sustentabilidad. La cercanía del estado de Sonora con los límites transfronterizos enmarcan una búsqueda no sólo del desarrollo regional y estatal, sino de corte binacional con Estados Unidos.

El Programa Estatal de Desarrollo Urbano del periodo 1998 – 2003, identifica dentro del sistema de ciudades a Puerto Libertad dependiente a nivel regional de Hermosillo y a nivel estatal de la ciudad de Caborca. Dentro de este instrumento de planeación las estrategias contempladas eran la implementación de políticas sectoriales acerca de la consolidación y fortalecimiento de la planeación urbana, la coordinación intersectorial y de órdenes de gobierno, así como el ordenamiento territorial.

Puerto Libertad es una localidad ubicada en un punto estratégico para el desembarque de combustóleo, pues es considerada con vocación en la generación de electricidad, y para la reconversión de gas líquido a gas natural, y su posterior distribución a las áreas industriales ubicadas en diferentes centros urbanos en el interior de la entidad, así como para la exportación a los Estados Unidos.

La ubicación estratégica de Puerto Libertad ha motivado el interés de diversos inversionistas de distintas actividades de la economía, para el desarrollo de sus proyectos, sin embargo hasta el momento no se ha logrado concretar ninguno de ellos.

Con la finalidad de lograr un mayor desarrollo de la localidad y de aprovechar los recursos existentes de forma sustentable, las estrategias previstas dentro del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Puerto Libertad, es delimitar las áreas de reserva industrial, que permitan la localización de actividades prioritarias relacionadas con la generación de energía eléctrica para el desarrollo de la localidad.

Por mencionar algunos aspectos relevantes considerados dentro del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Puerto Libertad, el cual ya no esta vigente, en materia ambiental son las políticas de desarrollo urbano, en donde se establecen criterios de protección a áreas con valor ambiental, así mismo los nuevos desarrollos deberán ajustarse a los criterios de manejo del agua, esto es relevante mencionarlo ya que el recurso hídrico es un factor crítico para el funcionamiento y estabilidad del ecosistema.

De forma complementaria, las políticas de protección y conservación contempladas pretenden conservar los sitios de mayor valor ambiental, ya sea porque representan sitios de producción de agua y recarga hacia el acuífero, así como áreas de conservación dentro del área urbana.

Las especulaciones en torno a la posible entrada de una serie de proyectos vinculados con el turismo y de generación de energía, han motivado para que dentro del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Puerto Libertad se contemplaran reservas territoriales específicamente para el crecimiento urbano, industrial, y de turismo. En base a lo anterior, se espera que dentro de los escenarios tendenciales del municipio haya un incremento en la población y por ende una mayor demanda en la satisfacción de sus necesidades. Si bien es cierto, que este programa ya no está vigente hoy día, su análisis permite visualizar el escenario que la autoridad preveía para este centro de población y cuyas estrategias y acciones estuvieron enfocadas a lograr dicho objetivo. Con lo que es posible establecer un escenario tendencial sin proyecto basado en las acciones de un pasado cercano y definido por la autoridad.

## **VII. 2. Escenario del SAR CON el proyecto SIN medidas de mitigación**

Una vez analizados los principales componentes del ecosistema, se procede a presentar el escenario con la implementación del proyecto, cabe señalar que previo al sembrado final del proyecto se tomaron en cuenta consideraciones de carácter ambiental, con el objeto de que el mismo, sea viable ambientalmente reduciendo al mínimo las afectaciones derivadas su establecimiento, estas medidas son previas a las que se establecieron en el



Capítulo VI de la MIA-R, como se mencionó en la introducción del presente capítulo, en la construcción del escenario con proyecto y sin medidas, no se consideraron las medidas previas ni las medidas de mitigación del Capítulo VI de la MIA-R.

Con base en la información presentada en el Capítulo V de la presente MIA-R, en donde se obtuvo la evaluación de los impactos ambientales en función al índice de incidencia sin medidas. Se estima que **sin el establecimiento de medidas**, el proyecto en lo general propiciara una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa a nivel local, no siendo así a nivel del SAR ni regional, hacia los componentes vegetación y fauna; y hacia los procesos hidrológico y geomorfológico, mismos que se describen a continuación, reiterando que fueron descritos en el Capítulo V de la MIA-R.

El presente proyecto contempla la construcción de una Planta Solar compuesta de paneles voltaicos para generar energía eléctrica a partir de la radiación solar. Las obras requeridas para la construcción y operación del proyecto son los siguientes: paneles solares, cimentación, conexiones eléctricas, caminos de acceso, áreas verdes, infraestructura provisional, línea de transmisión, subestación eléctrica.

Se describe a los impactos de nivel significativo a aquéllos que pueden generar alteraciones que sin medidas pueden afectar el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR. En el caso del proyecto, no afectará a los componentes macroestructurales (mesoclimáticos y los geológico – geomorfológicos), los cuales se caracterizan porque son los componentes más duros, y que tardan mucho tiempo en manifestar sus cambios. Aunque el proyecto ocasionará alteraciones en las geoformas, este impacto será de tipo local y poco significativo.

Por su parte, los componentes mesoestructurales (hidrológicos, vegetación y suelo) son vulnerables ante los cambios, y cualquier efecto negativo en el ambiente son los primeros en resentirlo, es por ello que para la presente MIA-R se les denomina Componentes y/o procesos críticos.

Cabe señalar que el componente hidrológico, aunque se incluye dentro de los componentes mesoestructurales, también forma parte de los componentes macroestructurales, porque su funcionamiento es clave en la estabilidad del SAR y Área de estudio.

Otra importancia del proceso hidrológico, es que condiciona la distribución de la vegetación y la fauna, por lo cual desde el punto de vista local se puede considerar que la zona es florísticamente pobre o simple y con bajo número de endemismos

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

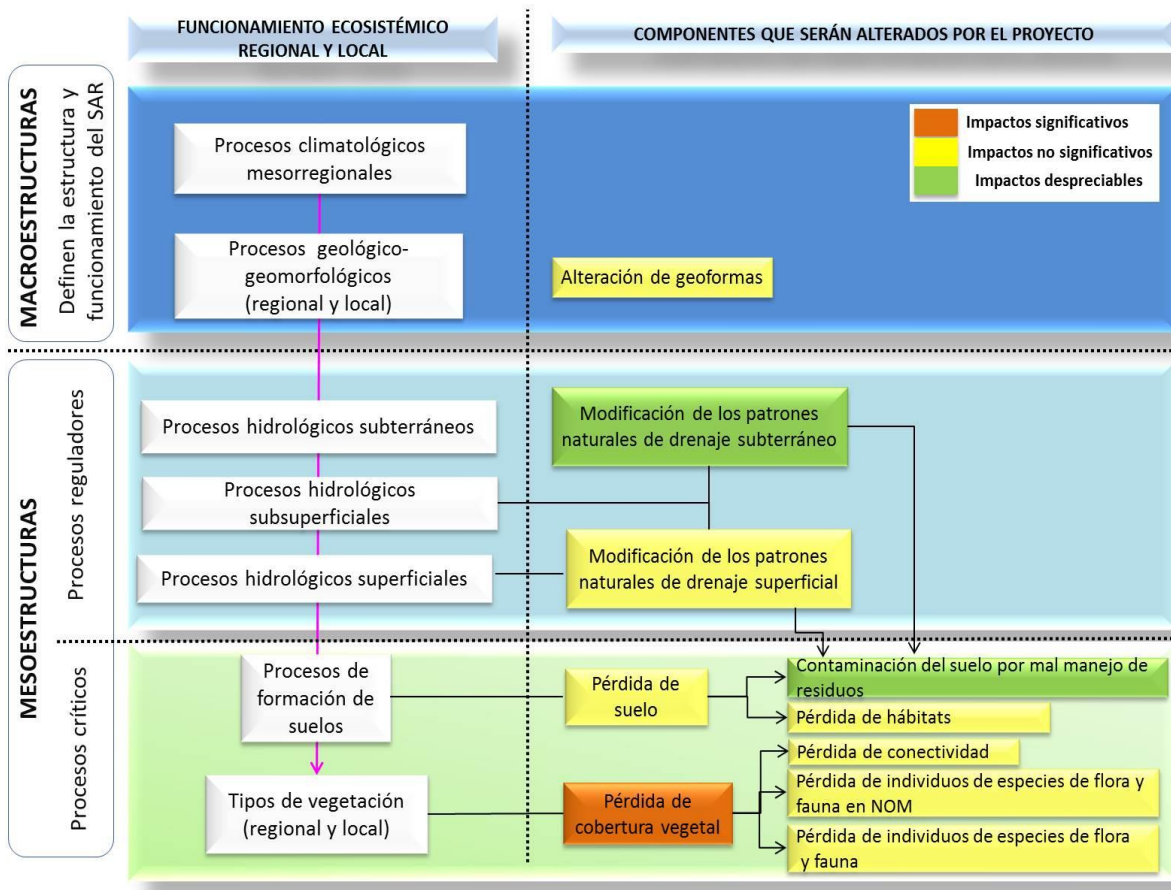


Figura VII.4. Interacción de la estructura y funcionamiento del SAR y el proyecto.

Con respecto al resto de los componentes críticos del SAR (cobertura vegetal y suelo), son componentes vulnerables porque una vez que son impactados, su capacidad de recuperación es muy lenta. El alto dinamismo del SAR, por la presencia de los procesos eólicos e hidrológicos, impide que haya una estabilidad en los suelos.

Otra *fortaleza* del proyecto es que aun cuando se contempla la generación de una serie de impactos, los beneficios por la operación del proyecto se traducirán en la producción de energía mediante un recurso natural renovable, a diferencia de las fuentes tradicionales de energía.

En un escenario regional, pese a los condiciones de alto dinamismo por los procesos eólicos e hidrológicos, el SAR se encuentra dentro de una tendencia estable. De tal forma que los procesos de gran escala (mesoclimáticos y los geológicos) tienen un impacto mayor sobre el resto de los procesos de mesoescala y de escala local. El bajo aprovechamiento de los recursos de la región, permite que los componentes

macroestructurales tengan la capacidad de absorber los agentes externos al SAR, incluyendo los efectos negativos derivados del proyecto propuesto.

Ahora bien, a una escala local *a nivel del Predio del proyecto*, la tendencia del funcionamiento ecosistémico bajo condiciones naturales, es decir sin un aprovechamiento antrópico en la zona, es de una tendencia lineal con bajos niveles de degradación a lo largo del tiempo (véase la siguiente figura).

Sin embargo, y considerando que los escenarios tendenciales dentro del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Puerto Libertad, indica que existen proyectos en puerta de carácter turístico e industrial, es posible que los niveles de deterioro a nivel regional aumenten gradualmente, ejerciendo cierta presión en el área del proyecto.

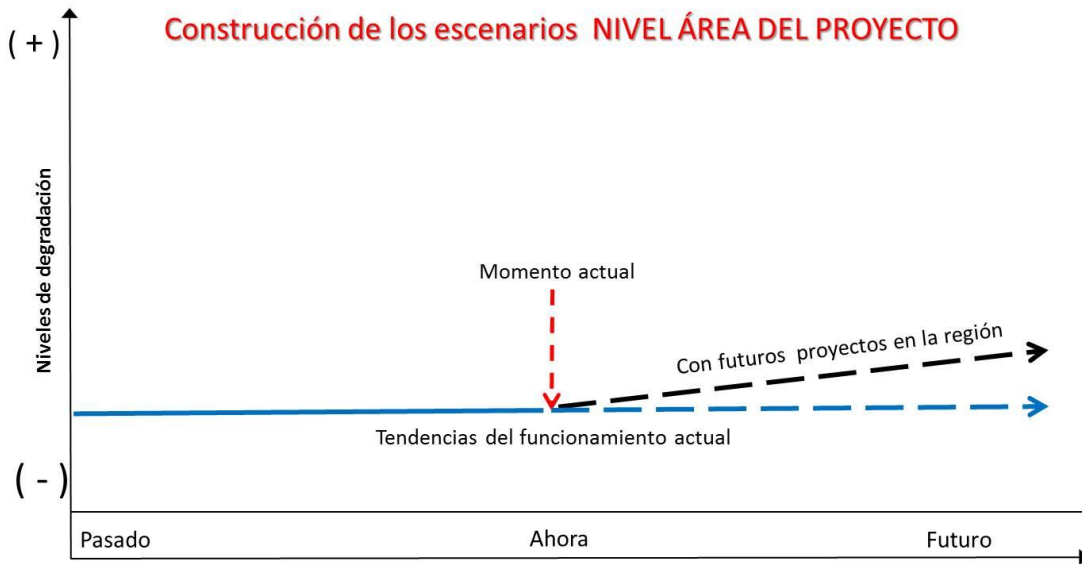


Figura VII.5. Tendencias en el área del proyecto, sin la presencia del proyecto.

### VII.2.1 Descripción de los efectos del proyecto por componente ambiental

Como ya se señaló en los apartados anteriores, los efectos negativos derivados del proyecto no incidirán en un cambio en los procesos que definen la estructura, funcionalidad y estabilidad del (los) ecosistema(s). Sin embargo, los impactos sí tienen incidencia a nivel local del predio y específicamente en el área de aprovechamiento del proyecto.

Los impactos incidirán sobre los componentes mesoestructurales, cuya característica es que son frágiles y susceptibles ante los cambios.

A continuación se mencionan los aspectos más relevantes acerca de los impactos que serán generados en el área del proyecto y de la superficie de aprovechamiento.

### ***Hidrología superficial***

El proceso hidrológico está condicionado por el régimen de lluvias, así como por las características litológicas y edáficas del sitio. Los grandes espesores de sedimentos aluviales de la región y las escasas lluvias definen un comportamiento en la cuenca, en donde los ríos y arroyos existentes son de un régimen errático e intermitente. Los escurrimientos medios anuales registran variaciones importantes de un año a otro, y los caudales se reducen considerablemente hasta llegar a ser nulos durante varios meses del año. Es por ello, que el componente hidrológico subterráneo y el subsuperficial, cobran importancia, por ser la principal fuente de aprovechamiento de agua y por representar un factor crítico en el funcionamiento del ecosistema.

Cabe señalar que el proyecto está diseñado de tal forma que se respetarán los flujos hidrológicos superficiales, esto con la finalidad de no interrumpir los aportes de energía, materia e información hacia las partes bajas del SAR, así mismo estas áreas son relevantes porque constituyen los corredores biológicos.

La ubicación propuesta del área de aprovechamiento considera que los escurrimientos no se verán interrumpidos, por lo cual el flujo que se presentará con la construcción de los bordos no afectará el régimen hidráulico de las corrientes, ni provocará el desvío de los escurrimientos de una cuenca a otra, de conformidad con lo descrito en el Capítulo IV; con lo anterior, de acuerdo con la topografía existente, se garantiza que los cauces continúen descargando sus caudales directamente en el Golfo de California.

Por otra parte, se ha considerado que la construcción de las obras de canalización, se realice siguiendo el curso de los escurrimientos principales que son alimentados por escurrimientos menores, tal y como se muestra en la siguiente figura.

## EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DETALLE PROPUESTA 2

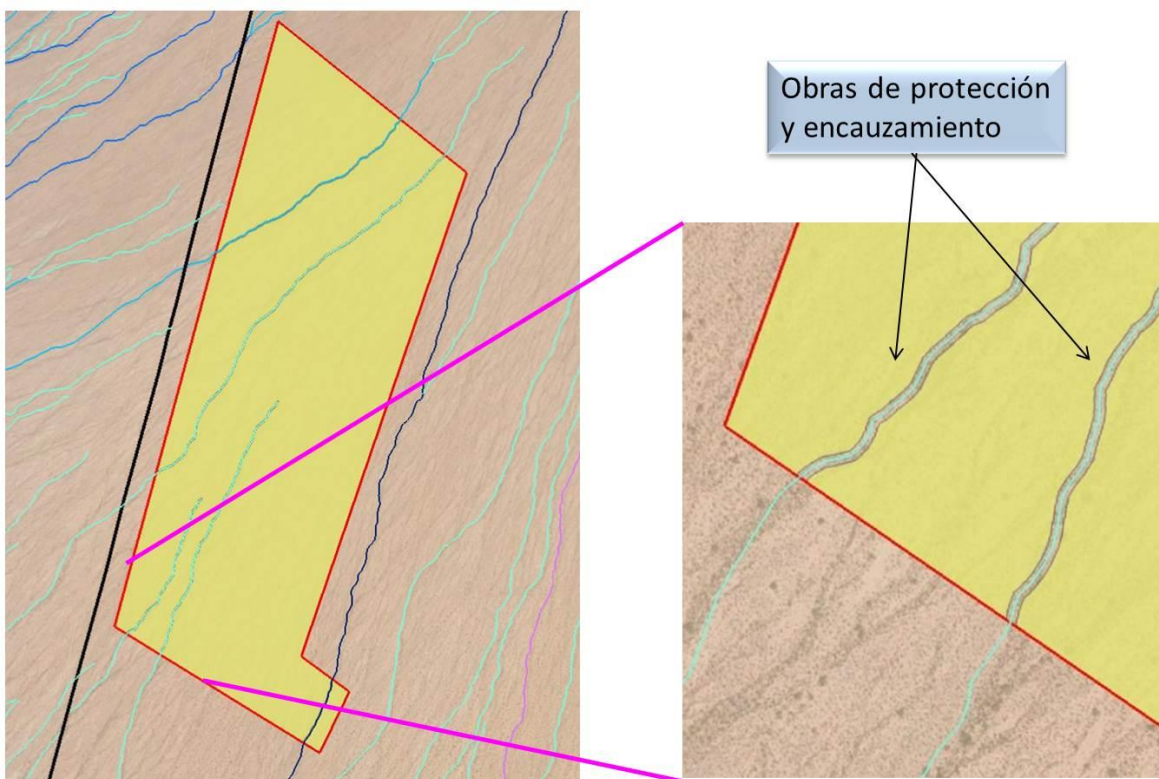


Figura VII.6. Área aprovechable del proyecto.

Aunado a lo anterior, se deberá considerar el trazo del camino, ya que puede representar un posible obstáculo a los escurrimientos. Es por ello, que las obras de canalización serán acordes con la orientación de dicho camino, o bien buscar la forma para aprovechar esta obra y que no se vea afectada, así como tampoco resulte un catalizador a mediano y largo plazo que desencadene problemas de erosión y/o socavación.

Otro aspecto a mencionar es que a nivel regional se buscó no interrumpir los Arroyos regionales de mayor relevancia (El Arroyo Dátil es el cauce temporal más desarrollado del sistema de drenaje que incluso no se encuentra dentro del SAR), ya que su función es fungir como los corredores regionales, por donde se desplaza la fauna, se asienta la vegetación y por donde se transporta la mayor cantidad de materia, energía e información.

El diseño del proyecto buscó dentro de la medida de lo posible alternativas de ubicación para el proyecto, esto con la finalidad de no obstruir ni modificar el patrón de escurrimiento de los arroyos existentes al interior del área de aprovechamiento.

Sin embargo, algunas de las escorrentías temporales que se presentan como consecuencia de lluvias torrenciales o eventos climáticos extremos, pueden ver alterado su cauce como consecuencia de la ejecución del proyecto.

### ***Hidrología subterránea***

Con la implementación del proyecto, se espera que haya una disminución en la cantidad de agua al acuífero. Esta disminución en la recarga no será de relevancia ya que considerando las estrategias de crecimiento y de protección ambiental previstos en el Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Puerto Libertad, cualquier nuevo proyecto deberá de respetar las áreas ya destinadas con valor ambiental, entre las que se incluyen las áreas de producción y recarga de agua, así mismo el proyecto respetará en la medida de lo posible los cauces intermitentes que representen un valor ambiental, por lo cual el proyecto se ajusta a los lineamientos establecidos dentro de los instrumentos de planeación que le sean aplicables.

En cuanto a la calidad del agua del acuífero Puerto Libertad, se definió mediante los parámetros fisicoquímicos analizados en función de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en la Norma Oficial Mexicana **NOM-127-SSA1-1994** para uso y consumo humano. Se analizaron 11 aprovechamientos en el interior del polígono total del predio, en dos de los cuales se presentaron valores por encima de los límites máximos permisibles, el primero ubicado en la porción este del polígono, presenta concentraciones de sólidos totales disueltos (STD), cloruros (Cl-), sodio (Na<sup>2+</sup>) y Conductividad Eléctrica (CE), presentando valores de STD 2006 mg/l, Cl- 972.7 mg/l, Na<sup>2+</sup> 274.5 mg/l, y CE 3750 µS/cm. El segundo ubicado en el Rancho El Picú, tiene un valor de nitratos de 12.4 mg/l, encontrándose por arriba del LMP, para el caso de los nueve aprovechamientos restantes, las concentraciones en general se mantienen inferiores a los Límites Máximos Permisibles establecidos por la Norma Oficial Mexicana.

La hidrodinámica en la zona es de tipo natural esto significa que no existe una explotación que altere la dinámica del flujo subterráneo: el flujo subterráneo va de las sierras de los alrededores hacia las partes bajas, hasta descargar en el mar, al sureste del poblado de Puerto Libertad. La elevación del nivel estático aumenta a medida que aumenta la elevación topográfica, la cuña de agua salada, debido a su mayor densidad, se encuentra debajo de la columna de agua dulce, se introduce 10 km al continente, de lo cual se concluye que la penetración de agua marina se ha dado en forma natural, es decir no ha sido provocada por sobreexplotación de agua subterránea del acuífero.

Aunado a lo anterior, parte de las *fortalezas* del ecosistema son las condiciones favorables que presenta el acuífero de Puerto Libertad. De acuerdo con el estudio de Caracterización Hidrogeológica y un estudio de Factibilidad Hidrogeológica para el Acuífero Puerto Libertad, se presenta un excedente de agua dulce de 0.806237 m<sup>3</sup> anuales (aproximadamente 1.49hm<sup>3</sup>/ anuales), para ser aprovechados, esto sin afectar el acuífero. Por otra parte, CONAGUA reporta que existe un volumen adicional de 0.806237 m<sup>3</sup> anual para otorgar nuevas concesiones.

Considerando que el proceso hidrológico subsuperficial y subterráneo es un factor crítico, la falta de aplicación de medidas y monitoreo del acuífero por parte del proyecto propuesto, así como de las actividades que se desarrollan actualmente en la región y de los futuros desarrollos, representaría a largo plazo un deterioro progresivo del ecosistema.

### ***Vegetación***

- **Pérdida de individuos de especies de flora**

Como ya fue indicado en el Capítulo V de la MIA-R presentado anteriormente, la **pérdida de cobertura vegetal** es un impacto considerado como significativo en términos de índice de incidencia y magnitud, debido a que este componente se encuentra estrechamente asociado con otros componentes como fauna, suelo, hidrología etc., bien se sabe que al haber una pérdida de cobertura vegetal se pierden los servicios ambientales que esta presenta, causando en ocasiones daños graves al ambiente.

Adicionalmente, al haber una pérdida de cobertura vegetal es lógico que se tenga pérdida de individuos vegetales de especies a nivel del área de aprovechamiento, lo cual ocasionará cambios importantes en el área, ya que generalmente estos individuos sirven de hábitat a diferentes organismos de fauna. Sin embargo, este impacto solamente será de carácter local.

- **La pérdida de individuos de especies de flora en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Como ya se mencionó en el Capítulo V de la MIA-R presentado anteriormente, la **pérdida de individuos de especies vegetales dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010** es un impacto que se genera a partir de las actividades de desmonte y despalme que se llevan a cabo principalmente en la etapa de preparación del sitio, es muy importante considerar

que estas especies tienen un interés especial debido a que se encuentran bajo algún estatus de protección a causa de la pérdida de individuos de estas a lo largo del tiempo.

Con respecto a las especies más sensibles en el predio del proyecto, el trabajo de campo identificó que dentro del predio existen únicamente dos especies de flora incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Ferocactus cylindraceus* en el estatus de *protección especial (Pr)* y *Lophocereus schotti* también dentro del estatus de *Protección especial (Pr)*.

### **Fauna**

- **Pérdida de individuos de especies de fauna**

Durante la etapa de preparación del sitio; las actividades de desmonte y despalme ocasionarán la **pérdida de individuos de fauna a nivel del predio del proyecto**, el desmonte provocará que la fauna con mayor movilidad (por ejemplo los grandes herbívoros, carnívoros y las aves) abandonen la zona.

En el caso de los organismos con muy poca capacidad de desplazamiento, estos se verán afectados de manera directa por las actividades mencionadas, es posible que haya pérdida de organismos durante las actividades arriba mencionadas.

- **La pérdida de individuos de especies de fauna en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010.**

Durante la etapa de preparación del sitio; las actividades de desmonte y despalme ocasionarán la **pérdida de individuos de fauna de especies en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010**, el desmonte provocará que la fauna con mayor movilidad (por ejemplo los grandes herbívoros, carnívoros y las aves) abandonen la zona.

En el caso de los organismos de especies en alguna categoría dentro de la **NOM-059-SEMARNAT-2010**, estos se verán afectados de manera directa por las actividades mencionadas, es muy importante considerar que estas especies tienen un interés especial debido a que se encuentran bajo algún estatus de protección a causa de la pérdida de individuos de estas a lo largo del tiempo.

De las especies de fauna a nivel del predio, en campo fue posible identificar 3 especies de reptil, de las cuales 2 están listadas en la NOM 059 bajo la categoría de amenazada; del grupo de mamíferos se identificaron 4 especies, de las cuáles ninguna se encuentra dentro de la NOM. De forma similar de las 19 especies de aves ninguna de ellas se encuentra catalogada dentro de las normas de protección.



A nivel del SAR, además de las dos especies de reptiles encontradas en el predio, también existen dos especies de aves catalogadas dentro de las normas de protección *Buteo swainsoni* y *Larus heermanni* bajo la categoría de sujetas a protección especial.

### ***Pérdida de conectividad***

- Pérdida de hábitats

Como ya fue indicado en el Capítulo V de la MIA-R presentado anteriormente, la **pérdida de hábitat** es el proceso por el cual un hábitat natural es transformado volviéndose incapaz de mantener a las especies originarias del mismo. Los individuos de flora y fauna que empleaban el área de desplante se perderán o serán forzadas a emigrar, como consecuencia hay una reducción en los individuos que ocupan el área. En el caso del proyecto la pérdida de cobertura vegetal será la causa principal de la pérdida de hábitat.



**Figura VII.7.** Emisiones de CO<sub>2</sub> de la Central Termoeléctrica Puerto Libertad (CFE)

Los impactos generados por el proyecto implican que a largo plazo haya cierto deterioro en el ecosistema, sin embargo el grado de deterioro que puede alcanzar el área del proyecto, no sólo depende de la aplicación de una serie de programas de mitigación y compensación, sino en la elección de los programas más adecuados, en la eficiencia de su aplicación en cada una de las etapas, así como de su seguimiento y monitoreo a largo plazo.

En la siguiente figura se puede observar que la falta de implementación de medidas de mitigación, implicaría a largo plazo el aumento en el deterioro ambiental a nivel del área del proyecto, y por ende los costos de las medidas de recuperación incrementan porque el ecosistema pierde su capacidad de recuperación por sí mismo (resiliencia).

### Construcción de los escenarios NIVEL ÁREA DEL PROYECTO

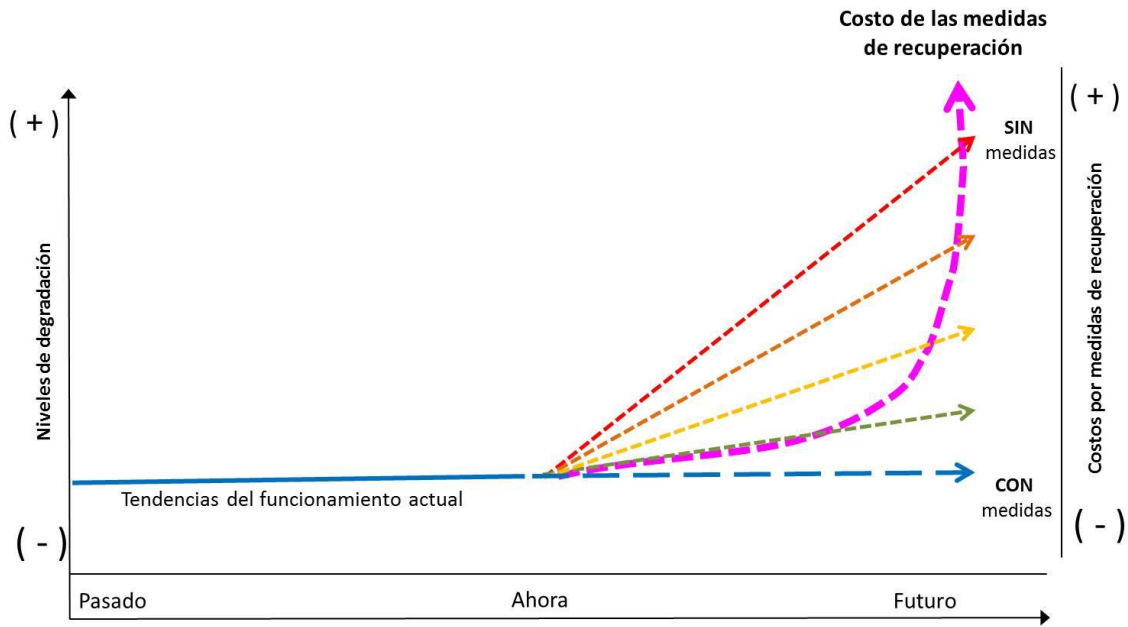


Figura VII.8.1 Escenarios en el área del proyecto CON la presencia del proyecto.

### VII.2.2. Conclusión

La principal afectación se encontrará derivada del desmonte y despalme, ya que dichas acciones, además de disminuir la cobertura vegetal, propiciarán la pérdida de individuos vegetales de especies nativas y de algunas especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, adicionalmente se tendrá un efecto indirecto sobre el componente fauna, ya que propiciará la pérdida de hábitat.

Cabe señalar que en la mayoría de la superficie aprovechable del proyecto se presenta matorral micrófilo, particularmente la asociación *Larrea tridentata-Ambrosia chenopodifolia*.



**Figura VII.9.** Aspecto del matorral micrófilo y la asociación florística corresponde a *Larrea tridentata*-*Ambrosia chenopodifolia*.

Sin el establecimiento de medidas de mitigación, la instalación del proyecto, podrá afectar a la hidrología superficial en la alteración de los patrones de escurrimientos temporales o intermitentes, así como en cantidad de agua de descarga que posiblemente sea modificada.

En el caso de la hidrología superficial no se espera un impacto significativo, toda vez que los volúmenes requeridos por el proyecto podrán ser abastecidos, a través de una concesión compartida con la CFE, y no se solicitarán nuevos títulos de concesión.

Uno de los impactos que más posiblemente se presenten, si no se cuenta con medidas ambientales correctas, será el mal manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, las consecuencias de este, pueden variar desde la presencia de flora y fauna nociva, hasta la posible contaminación por el uso de sustancias peligrosas.

De los argumentos antes expuestos, el desarrollo del proyecto genera un efecto positivo, a una de la externalidades ambientales que ocasiona la generación de energía eléctrica por parte de la Central Termoeléctrica Puerto Libertad de la Comisión Federal de Electricidad, de esta manera podemos definir que el proyecto no solo generará efectos positivos a nivel regional e incluso mundial al ambiente, disminuyendo las emisiones de CO<sub>2</sub>, sino también a nivel local favoreciendo la calidad del aire y por consiguiente la salud de la población que se encuentra cercana a la Central termoeléctrica, ya que como se puede observar en la

siguiente figura, actualmente las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la Central termoeléctrica, se trasladan a la población de Puerto Libertad con ayuda del viento, lo cual ya no sucederá con la implementación del proyecto, contribuyendo incluso con factores socioeconómicos en la zona, debido al alto costo que tiene al sistema de salud, el tratamiento a enfermedades respiratorias a causa de la mala calidad del aire.

### **VII.3. Escenario del SAR CON el proyecto CON medidas de mitigación**

Ya en el apartado anterior, se describió que el proyecto no impactará los componentes macroestructurales, por lo que la estructura del SAR no será alterada. Con respecto a los componentes mesoestructurales, solamente algunos de los atributos de los componentes serán alterados.

Como fue señalado en capítulos anteriores, previo al sembrado final del proyecto, la distribución del área de aprovechamiento en donde se colocarán las instalaciones requeridas se hizo bajo consideraciones, que propicien que en términos ambientales en el proyecto se integre con las menores afectaciones posibles al entorno , mismas que se presentan a continuación:

- ✓ Reducción del área aprovechable.
- ✓ Análisis de escorrentías e identificación de los cauces relevantes para el funcionamiento hidrológico (primer y segundo orden).
- ✓ Identificación de ecosistemas relevantes como es el caso particular de dunas costeras, las cuales son relevantes por ser hidrológicamente activas, por lo que serán respetadas ya que se destinarán como zonas de conservación.
- ✓ Ubicación y diseño de terrazas para conservar la funcionalidad del sistema de hidrología superficial.

Las medidas anteriormente referidas, tal y como se indicó minimizan de inicio el impacto por el sembrado del proyecto, sin embargo no atienden por si solas los impactos identificados y evaluados en el Capítulo V de la MIA-R, por tal motivo se desarrollaron medidas que serán complementarias y que se implementarán a lo largo de todas las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación) a fin de prevenir, reducir y compensar los impactos que serán generados con el desarrollo del proyecto.

### VII.3.1 Medidas de mitigación del proyecto

Como debidamente fue presentado en el Capítulo VI de la presente MIA-R, el proyecto implementará una serie de medidas de mitigación, para prevenir, reducir y/o compensar los impactos ambientales ocasionados por el mismo.

Para el cumplimiento de esos fines, conforme la mejor experiencia aplicable disponible y el análisis interdisciplinario de los científicos y expertos participantes, se propuso un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) específico para el proyecto, mismo que incluye el desarrollo de Programas dirigidos a minimizar los impactos hacia los componentes de flora y fauna y hacia los proceso hidrología superficial y ecosistemas; además se atenderán los impactos ocasionados por la generación de residuos (líquidos, sólidos, peligrosos), (véase la figura siguiente) cada uno de los Programas que integran el SMGA del proyecto se componen de subprogramas que a su vez interaccionan entre ellos.

El Sistema de Manejo y Gestión Ambiental se integra por 7 Programas, se encargará de verificar el cumplimiento de todas las obligaciones ambientales del proyecto, **se propone la entrega de reportes anuales** que integren los resultados todas las acciones correspondientes a los programas y subprogramas que lo integran y aquellas que dispongan las autoridades correspondientes.

Parte fundamental de la implementación de las medidas de mitigación, fue el proceso previo de selección de los programas, que fueran adecuados y acordes con la generación de impactos, y los procesos y componentes críticos a impactar. Con base en lo anterior, se espera que el proyecto tenga la capacidad de generar resultados positivos en materia ambiental, los cuales deberán de ser reflejados en los resultados de los indicadores de cada uno de los programas establecidos en el capítulo VI de la MIA-R.

Los programas son complementarios e integrales entre sí, y se llevarán a cabo en todas las etapas del proyecto. A partir de la aplicación de estas medidas se pretende que los ecosistemas más sensibles a los cambios puedan restaurarse en un corto y mediano plazo.

Los programas que atenderán los impactos hacia los componentes reguladores y críticos del SAR, serán los siguientes (véase la siguiente figura): Programa de Manejo de Flujos Hidrológicos, Programa de Monitoreo de Corredores Biológicos, Programa de Manejo Integral de Residuos, Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Rescate y Reubicación de Fauna, y el Programa de Difusión y Educación Ambiental.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

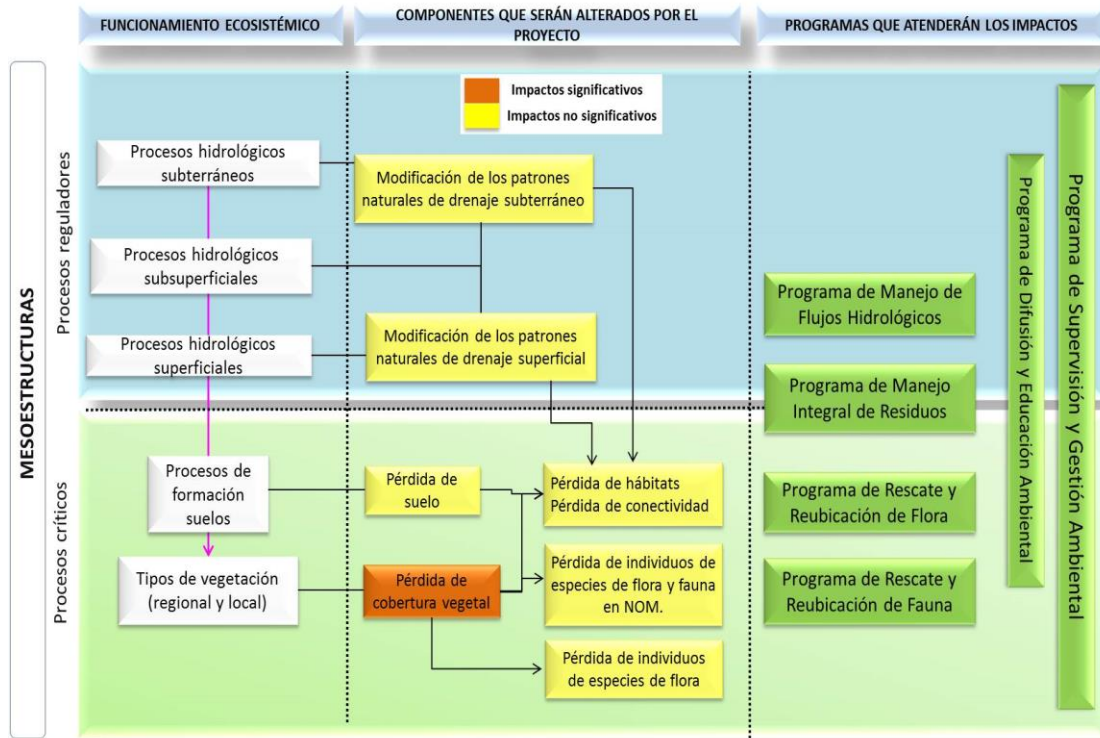


Figura VII.10. Esquema de la interacción del funcionamiento del ecosistema y el proyecto.

### El Programa de Manejo de Flujos Hidrológicos

Los objetivos planteados dentro de este programa serán los siguientes:

- ✚ Mantener las cantidades y temporalidades hídricas que actualmente se presentan en el área aprovechable del proyecto
- ✚ Definir las zonas del predio que se requieren proteger por la presencia de escurrimientos intermitentes naturales.

Ahora bien, y con la finalidad de respetar en la mayor medida de lo posible los cauces existentes, se tomaron en cuenta criterios para su delimitación.

- ✚ Los escurrimientos presentes dentro del predio propuesto son de 1er y 2o. orden, es decir son corrientes que captan el agua y alimentan al resto de la red hidrográfica. Pero al tratarse de los primeros ordenes de corriente, su cauce es incipiente y de reducidas dimensiones. Para este caso, se revisó la Ley de Aguas Nacionales y en su artículo 3 en su fracción XI relativo a las dimensiones mínimas para considerar a un cauce; así como XLVII relativo a la Zona Federal de Ribera. Cabe señalar que las corrientes para esta zona son de carácter intermitente derivado del origen geológico-geomorfológico y las condiciones mesoclimáticas

regionales sin importar el orden. Sin embargo, la gran diferencia está definida por el orden de corriente pues entre mayor sea éste, mayor será el caudal que transporta durante la época de lluvias y en época de secas entre mayor sea el orden es más probable la presencia de agua subsuperficial.

- ✿ Así, aun cuando a nivel del predio propuesto solo se presentan corrientes de 1er y 2o orden, y al ser incipientes no alcanzan a conformar un cauce, tal y como lo señala la Ley de Aguas Nacionales. Sin embargo, por el valor ambiental que estas zonas representan en términos de corredores ecológicos (derivado de las condiciones climáticas y de cobertura vegetal, éstas son zonas potenciales de refugio y/o alimentación de la fauna por presentar un gradiente ligeramente mayor de humedad y vegetación) se consideró la delimitación de un buffer con base en los criterios definidos por la LAN para la delimitación de la Zona Federal de Ribera para cauces con anchura menor a 5 metros.

De esta manera, se consideró:

- ✿ Que el ancho de las corrientes de 1er y 2o orden tiene un ancho mínimo establecido por la LAN en su Art 3. Fracc. XI, es decir, de 2m. de ancho.
- ✿ El cauce al ser menor de 5 m de ancho, según el Art. 3 Fracc. XLVII se establece un ancho de fajas a ambas márgenes de 5 metros.
- ✿ De esta manera, a partir de un SIG se construyó un Búffer de 6 metros a partir del eje de la corriente establecida por INEGI.

El Programa de Manejo de Flujos Hidrológicos junto con el Programa de Corredores Biológicos, ambos programas son complementarios entre sí, y son de suma importancia porque garantizan la conservación de los corredores biológicos a escala del predio del proyecto. A partir de la implementación de estos programas se vigilará la salud y calidad ambiental, de los ecosistemas particularmente en los corredores propuestos.

### **Programa de Monitoreo de Corredores Biológicos**

Este programa tiene como objetivo mantener la conectividad propia del paisaje natural. Los corredores biológicos permiten la formación de conservación de la vida silvestre, al disminuir el aislamiento, esto considerando que las especies tengan la capacidad de desplazarse por el paisaje entre fragmentos. En las regiones desérticas como es el caso del SAR, el recurso hídrico es muy limitado, por lo que uno de los elementos del paisaje que representa uno de los principales corredores biológicos son los cauces de los arroyos.

Particularmente para la zona del proyecto la conservación de los cauces primarios, en donde la fauna en ambientes desérticos como el desierto Sonorense encuentran el recurso limitado agua, favorecerá que se puedan mover entre este sitio y las zonas aledañas y que este tipo de corredores naturales se preserve y siga manteniendo su función, por lo que los *corredores de hábitats naturales*, hace referencia a los cursos de agua presentes en el proyecto y a su vegetación asociada.

Por lo anterior, este programa contempla el monitoreo de los cauces por donde se emplaza el proyecto, se contempla respetar un buffer en las márgenes de los cauces de primer y segundo orden.

Los objetivos del programa son los siguientes:

- Brindar información base para entender cambios en los *corredores de hábitat naturales y remanentes*.
- Establecer evaluaciones periódicas para conocer las tendencias en los *corredores de hábitat naturales y remanentes*.
- Evaluar el cumplimiento de las acciones de rescate y manejo de flora y fauna, planteados en los subprogramas anteriores.

Los resultados de la aplicación del programa, así como del cumplimiento de los objetivos planteados se integrarán en un informe de cumplimiento anual, que a su vez formará parte del informe de cumplimiento del SMGA.

El **Programa de rescate y reubicación de Flora** se propone con el objetivo primordial de orientar y coordinar de manera integrada todas las acciones relacionadas, directa o indirectamente con las áreas de vegetación del predio, previstas para su protección, conservación, rescate y reforestación.

**Programa de Rescate y Reubicación de Fauna.** Con la finalidad de mitigar al máximo posible los impactos a la fauna, se considera la ejecución del Programa de Rescate y Reubicación de Fauna (PRRF). Para la implementación del programa se llevarán acciones de rescate y manejo de fauna, este programa se apoyará en el subprograma de áreas de conservación ya que en estas zonas se llevará a cabo la liberación de individuos y se conservará el hábitat.



### Programa de Manejo Integral<sup>1</sup> de Residuos.

Como se indicó en la introducción del presente apartado, aunque la generación de residuos, es un impacto identificado con categoría de “despreciable” en el Capítulo V de la presente MIA, la empresa promovente es consciente de que el mal manejo de los mismos puede traer consecuencias para cada uno de los componentes ambientales y procesos ecosistémicos, por ello se establecieron medidas específicas para su control y manejo.

En las diferentes etapas de desarrollo del proyecto serán generados necesariamente residuos líquidos, sólidos y peligrosos, tal y como se refiere en los Capítulos II y V. Con la finalidad de disminuir al máximo los riesgos de contaminación al suelo o al agua, se propuso un Programa Manejo Integral de Residuos, cuyos componentes son los siguientes:

La estructura del Programa de Manejo Integral de Residuos se indica en la siguiente figura:



Figura VII.11. Esquema del Programa de Manejo Integral de Residuos

De la información presentada es posible concluir que con la implementación de las medidas de mitigación previas así como las propuestas en el Capítulo VI de la MIA-R, se reducen al mínimo, los impactos producidos por el proyecto, logrando el objetivo de implementar un proyecto ambiental y técnicamente viable.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos de cada uno de los programas, el Programa de Supervisión y Gestión Ambiental realizará de forma periódica recorridos y

<sup>1</sup> Se entiende como manejo integral, a una estrategia que usa una gran variedad de métodos complementarios para el control de impactos ambientales.

observaciones durante cada una de las etapas del proyecto. Por lo anterior, se realizarán reportes de las acciones que han sido cumplidas en la resolución emitida por la SEMARNAT. Se llevará también un registro con el número de reuniones de planificación y de inspecciones para la supervisión de operación. Así mismo, se llevará a cabo una valoración del estado de salud ambiental a nivel predio una vez que entre en operación el proyecto.

El proyecto es acorde con las estrategias establecidas dentro del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Puerto Libertad, ya que es considerado una localidad con vocación en la generación de electricidad, y para la reconversión de gas líquido a gas natural y su posterior distribución a las áreas industriales ubicadas en diferentes centros urbanos en el interior de la entidad, así como para la exportación a los Estados Unidos. Puerto Libertad representa un punto estratégico para el desembarque de combustóleo.

La ejecución de las estrategias ambientales que se plantean dentro del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Puerto Libertad, representa una *Oportunidad* aprovechable para el funcionamiento del ecosistema, ya que con esto se asegura la protección de las áreas con valor ambiental a futuro.

Los procesos de gran escala son los que definen la estructura y funcionamiento del SAR. La importancia que representan los procesos de gran escala (componentes macroestructurales), así como el nivel de conservación del SAR, permite que los factores externos al SAR, sean absorbidos.

El proyecto, no alterará la estructura del SAR, porque no alterara los procesos de gran escala que definen el actual funcionamiento. Los impactos generados por el proyecto afectarán de forma directa a los procesos de mesoescala pero estos serán de carácter local del predio.

Los beneficios sociales y ambientales del proyecto serán vistos a largo plazo, los cuáles serán mayores con respecto a los impactos que se generarán durante las etapas de construcción y operación del proyecto.

## **VII.5. Evaluación de alternativas**

Dentro de los diferentes niveles de planeación de lo regional a lo local, se determinan estrategias para el impulso en la eficiencia y las tecnologías limpias para la generación de

energía eléctrica, así como el fomento para el aprovechamiento de fuentes renovables de energía. Estas estrategias están previstas dentro del Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018, y se transmiten hacia los distintos instrumentos de planeación como parte de sus políticas y acciones.

Es así que dentro del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población Puerto Libertad, parte de sus estrategias es delimitar áreas de reserva industrial, que permitan la localización de actividades prioritarias relacionadas con la generación de energía eléctrica para el desarrollo de la localidad.

La presente propuesta de proyecto responde a las políticas y estrategias planteadas en el programa de desarrollo que le aplica para la zona de estudio. El proyecto propuesto, se localiza en una zona con vocación en la generación de electricidad, y para la reconversión de gas líquido a gas natural, y su posterior distribución a las áreas industriales ubicadas en diferentes centros urbanos en el interior de la entidad, así como para la exportación a los Estados Unidos.

El proyecto consiste en la construcción y operación de una planta solar compuesta de paneles fotovoltaicos, para generar energía eléctrica a partir de la radiación solar; la energía que se produzca será conectada a la red de abastecimiento de la CFE del estado de Sonora.

Así mismo, al interior del predio del proyecto se establecieron criterios específicos en el diseño del proyecto cuya finalidad fue impactar en la menor medida de lo posible al (los) ecosistema presente, los cuáles se mencionan a continuación:

Criterios para la delimitación de áreas de protección a cauces:

Para la delimitación de áreas de protección a cauces de escurrimientos se tomó como punto de partida las siguientes consideraciones:

- Librar los escurrimientos presentes en el predio.
- Mantener la mayor área de aprovechamiento continua sin divisiones.

Los escurrimientos presentes dentro del predio propuesto son de 1<sup>er</sup>, 2<sup>o</sup> Y 4<sup>o</sup> orden, es decir, son corrientes que captan el agua y alimentan al resto de la red hidrográfica. Pero al tratarse de los primeros ordenes de corriente, su cauce es incipiente y de reducidas dimensiones. Para este caso, se revisó la Ley de Aguas Nacionales y en su artículo 3<sup>o</sup> en su

Fracción XI relativa a las dimensiones mínimas para considerar a un cauce; así como la Fracción XLVII relativa a la Zona Federal de Ribera. Cabe señalar que las corrientes para esta zona son de carácter intermitente derivado del origen geológico-geomorfológico y las condiciones mesoclimáticas regionales sin importar el orden. Sin embargo, la gran diferencia está definida por el orden de corriente pues entre mayor sea éste, mayor será el caudal que transporta durante la época de lluvias y en época de secas entre mayor sea el orden es más probable la presencia de agua subsuperficial.

Así, aun cuando a nivel del predio propuesto las corrientes son incipientes y dadas las características climáticas mesorregionales, la heterogeneidad y naturaleza litológica de los sedimentos y los procesos geomorfológicos que conforman y modelan la planicie donde se pretende emplazar el proyecto, no alcanzan a conformar un cauce, tal y como lo señala la Ley de Aguas Nacionales, a continuación se retomaran los criterios establecidos en dicho instrumento normativo para la delimitación de Zona Federal de Ribera y con ello definir una zona de protección a los cauces de dichas corrientes bajo esa figura.

Sin embargo, por el valor ambiental que estas zonas representan en términos de corredores ecológicos (derivado de las condiciones climáticas y de cobertura vegetal, éstas son zonas potenciales de refugio y/o alimentación de la fauna por presentar un gradiente ligeramente mayor de humedad y vegetación) se consideró la delimitación de un búffer o zona de protección con base en los criterios definidos por la LAN para la delimitación de la Zona Federal de Ribera para cauces con anchura menor a 5 metros.

De esta manera, se consideró:

- Que el ancho de las corrientes de 1er, 2o y 4º orden aun cuando no presentan las dimensiones mínimas establecidas por la LAN en términos del ancho mínimo que debe tener un cauce para ser reconocido por este instrumento, se les considerará con esta dimensión para efectos de delimitación de zona de protección. Derivado de lo anterior, para las corrientes presentes en el predio se les definirá un ancho de cauce de 2m conforme lo establece la LAN en su Art 3. Fracc. XI.
- El cauce al ser menor de 5 m de ancho, según el Art. 3 Fracc. XLVII se establece un ancho de fajas a ambas márgenes de 5 metros.
- De esta manera, a partir de un SIG se construyó un Búffer de 6 metros a partir del eje de la corriente establecida por INEGI.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS  
PROPUESTA 1

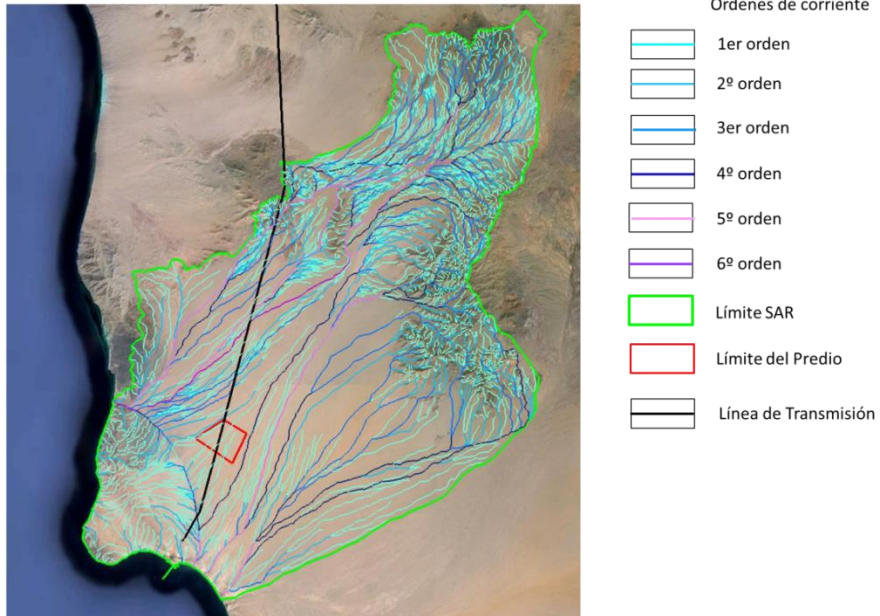
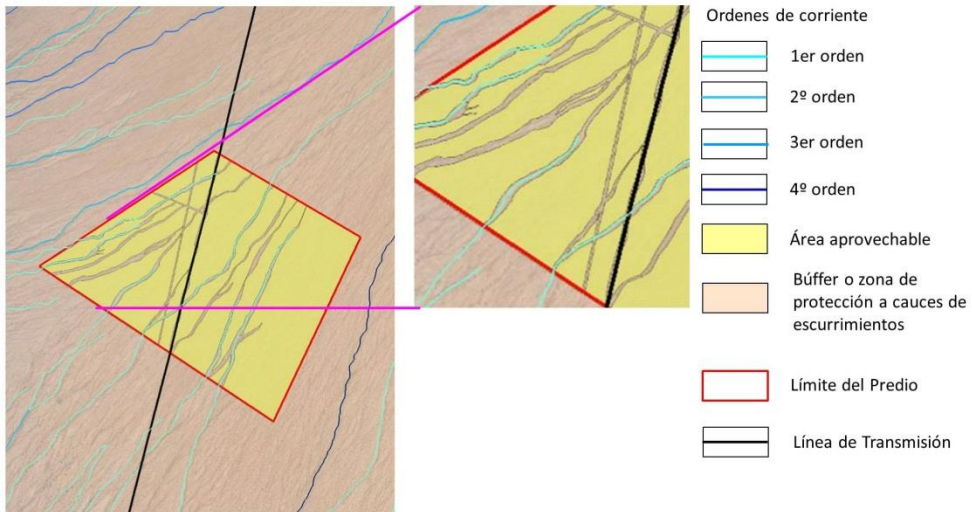


Figura VII.12. Ubicación del proyecto dentro del SAR.

Al interior del predio se presentan corrientes de hasta cuarto orden.

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS  
DETALLE PROPUESTA 1



Ventajas del Emplazamiento Propuesta 1

- ✓ Presencia sólo de corrientes de 1º orden
- ✓ Se mantiene una zona buffer o de protección a cauces de escurrimientos según la Ley de Aguas Nacionales.

Desventajas del Emplazamiento Propuesta 1

- ✓ Mayor número de corrientes en el predio
- ✓ Presencia Línea de Transmisión y camino provocando fragmentación del área aprovechable.

Figura VII. 13. Detalle propuesta 1.

Ahora bien, en la siguiente figura se muestran las ventajas de la segunda propuesta, con respecto a las primeras.

**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS  
DETALLE PROPUESTA 2**



**Ventajas del Emplazamiento Propuesta 2**

- ✓ Presencia de un menor número de corrientes de 1<sup>er</sup>, 2<sup>º</sup> y 4<sup>º</sup> orden.
- ✓ Se mantiene una zona buffer o de protección a cauces de escurrimientos según la Ley de Aguas Nacionales.
- ✓ Se libra la Línea de Transmisión.
- ✓ Mayor superficie de aprovechamiento continua con menor número de divisiones.

**Desventajas del Emplazamiento Propuesta 2**

- ✓ Presencia de una corriente de 4<sup>º</sup> orden en el extremo sur del predio

**Figura VII. 14.** Segunda propuesta

# Capítulo VIII

*IDENTIFICACION DE LOS INSTRUMENTOS METODOLOGICOS Y  
ELEMENTOS TECNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE  
LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL*



## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACION DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **VIII.1. Memorias**

En este apartado se presentan los procesos metodológicos que se llevaron a cabo como de apoyo a la delimitación del SAR, al trabajo en campo y gabinete para la caracterización ambiental, así como la metodología propuesta para la estimación de los impactos ambientales.

### **VIII.2. Metodología para la caracterización ambiental**

Dentro del esquema ambiental se identifican dos marcos de análisis, el medio abiótico y el biótico.

La identificación de escalas de análisis fue fundamental para determinar un diagnóstico integrado del Sistema Ambiental Regional (SAR). De tal forma que la estructura del sistema, se divide en componentes macroestructurales y mesoestructurales. Siendo los primeros los más estables, e independientes del sistema y los segundos los más dinámicos y dependientes y representan un segundo nivel de integración geoecológica.

Al análisis de los componentes de carácter abiótico implicó un análisis integrado del clima, geología, relieve, agua, suelos y vegetación y la principal herramienta de análisis fue el Sistema de Información Geográfica (SIG) cuya plataforma fue ArcGis 9.3.



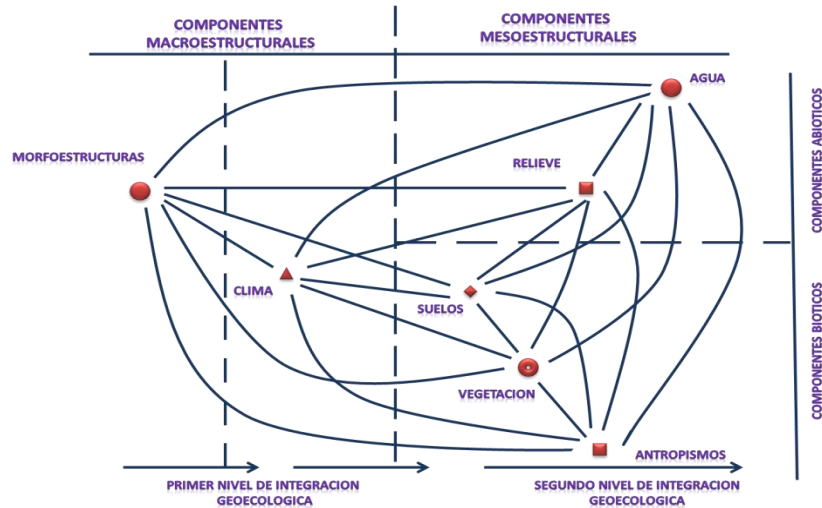


Figura VIII. 1. Niveles de jerarquización de los componentes ambientales

El criterio principal para la delimitación del SAR es de carácter físico-geográfico con énfasis en la hidrología superficial. De esta manera, la unidad geográfica básica de referencia es la: CUENCA HIDROGRÁFICA, ya que ésta aproximación conceptual es reconocida por diversos autores como una forma ampliamente aceptada para la gestión de recursos debido a que permite delimitar una porción del territorio a partir de la cual es posible tener una lectura integrada de los diversos componentes ambientales, sociales, culturales y económicos y las relaciones que se establecen entre éstos para definir la configuración, dinámica y estado actual de los ecosistemas que en él se desarrollan.

*Los criterios para la delimitación del SAR fueron los siguientes:*

- Se identificó el tipo de cuenca al que pertenece el Sistema Hidrológico donde se pretende desarrollar el proyecto.
- Se identificó en qué sector o porción de la cuenca se localiza el proyecto (Zona funcional alta, zona funcional media o zona funcional baja).

Para definir los límites de las diferentes cuencas hidrográficas, se analizó de manera simultánea aspectos fisiográficos, geomorfológicos e hidrográficos para lo cual se siguió el siguiente procedimiento:

- Identificación de las divisorias topográficas o parteaguas de la cuenca donde se pretende emplazar el proyecto hidroeléctrico.
- Identificación de la red de drenaje superficial, enfatizando sobre aquellos de carácter permanente (ya que éstos generalmente corresponden a corrientes de 4º orden o mayor ya que cuentan con un caudal todo el año).
- Con la finalidad de obtener una descripción más detallada de la información biótica específicamente de la vegetación, fue posible identificar dentro del SAR cuatro microcuencas que pudieran incidir sobre la superficie del proyecto.

Una vez obtenido el marco de funcionamiento del SAR, se integró la información biótica. Para conocer los tipos de vegetación, su estructura y composición florística de éstas comunidades vegetales existentes en la superficie donde se pretende ubicar el proyecto se realizó la caracterización de la misma.

Paralelamente a la caracterización de la vegetación, se efectuaron monitoreos para conocer la composición de vertebrados en el sitio, aplicando las metodologías que se describen a continuación para cada grupo taxonómico (anfibios y reptiles, aves y mamíferos).

### VIII.2.1. Flora y fauna terrestre

El levantamiento de datos de flora y fauna, se llevó a cabo mediante muestreos, en distintas etapas.

#### **FLORA**

##### **Metodología utilizada para levantamiento de datos de campo**

Para la caracterización de los elementos vegetales de la superficie de cambio de uso de suelo se utilizó el "Método de cuadrante", técnica seleccionada debido a su eficiencia y nivel de precisión para muestrear los ecosistemas de tipo árido y semiárido presentes en el área del proyecto. En este sentido, los métodos con parcela han sido ampliamente utilizados para la medición de sus atributos, siendo el método del cuadrante el más antiguo para la obtención de datos cuantitativos. Los cuadrantes pueden estar constituidos por cuadros, rectángulos o círculos y sus dimensiones dependen del tamaño de las plantas a evaluar. Para la caracterización del área del proyecto, se utilizaron cuadrados de 10m x 10m, con una superficie individual de 100 m<sup>2</sup>, siendo esta una de las más utilizadas para evaluar los componentes arbustivos de la región.

En cada localidad de muestreo se efectuó primeramente un reconocimiento sobre el número de estratos presentes, especificando aspectos como: Tipo de vegetación, altitud y coordenadas geográficas (latitud y longitud), realizando a continuación la identificación de las especies que las integran y las mediciones correspondientes. Las parcelas se delimitaron con una cuerda y con cintas de plástico, teniendo como centro cada estación. Dado que la cobertura aérea de los árboles es irregular, se midieron los diámetros extremos con cinta métrica flexible y se calculó el diámetro promedio de los dos observados. Los materiales utilizados para la colecta de los especímenes botánicos fueron: martillo de geólogo o

piolet, tijeras de podar, bolsas de papel y prensa botánica; siendo importante señalar que únicamente se colectaron muestras de aquéllas especies que no pudieron ser identificadas en campo. Así mismo, se tomaron fotografías sobre el paisaje o fisonomía de la vegetación, principalmente de los diversos ejemplares presentes en los sitios para los cuales no fue posible su colecta.

#### a) Esquema de muestreo.

Se llevaron a cabo diferentes recorridos en la superficie del proyecto en cuestión, con el objetivo de corroborar en campo lo analizado en literatura y obtener datos cuantitativos sobre la composición y estructura de los ecosistemas presentes, estableciendo al azar (de manera que cada punto del terreno tuviera la misma probabilidad de ser muestreado, un número de 83 parcelas sobre la superficie solicitada para cambio de uso de suelo y 207 parcelas sobre la superficie de sistema ambiental regional tomando la coordenada UTM Datum WGS84 de cada una de ellas; así mismo, se contabilizó en cada una de ellas el número de ejemplares por especie identificada.

Las parcelas fueron distribuidas aleatoriamente en los terrenos, ya que dicho arreglo es el más confiable estadísticamente (Jiménez Pérez, 2000, Apuntes del Curso "Evaluación de Recursos Forestales" del Programa de Maestría en Ciencias Forestales que ofrece la UANL). Con esto, todos los elementos de la población tienen la misma probabilidad de ser seleccionados como áreas de muestreo, aunque es importante resaltar que mediante la aplicación de dicho método, como en algunos otros (bloques al azar, estratificado o sistemático), se evalúa sólo una fracción de la población de manera objetiva y se extrapolan los resultados obtenidos a toda la superficie de estudio.

**Tabla VIII.1.** Coordenadas UTM (WGS84) de las parcelas establecidas en el área del proyecto para caracterizar la vegetación en la superficie de cambio de uso de suelo.

Sitio	X	Y
1	339083	3315453
2	339437	3315260
3	339799	3315047
4	340154	3314825
5	340432	3314683
6	340585	3315036
7	340293	3315209
8	339946	3315413
9	339607	3315624
10	339262	3315804
11	339248	3316005
12	339625	3315821

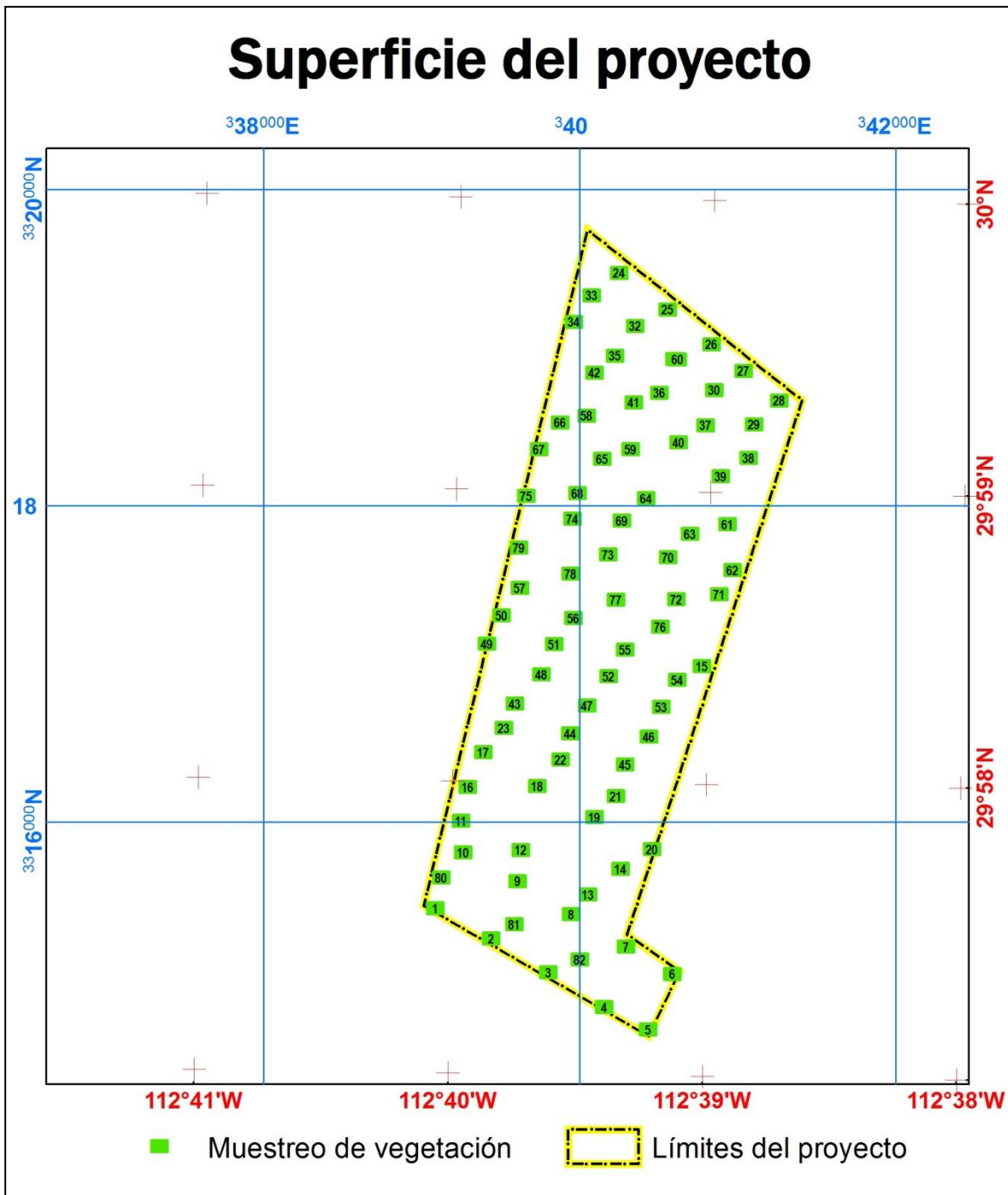
Manifiestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Sitio	X	Y
13	340052	3315538
14	340258	3315702
15	340772	3316985
16	339291	3316219
17	339389	3316439
18	339731	3316225
19	340092	3316028
20	340457	3315824
21	340228	3316162
22	339877	3316394
23	339518	3316593
24	340250	3319476
25	340555	3319243
26	340833	3319024
27	341036	3318856
28	341262	3318668
29	341104	3318517
30	340851	3318734
31	340600	3318931
32	340351	3319138
33	340075	3319332
34	339963	3319165
35	340224	3318950
36	340504	3318715
37	340796	3318510
38	341069	3318302
39	340893	3318187
40	340626	3318400
41	340341	3318654
42	340093	3318843
43	339589	3316746
44	339938	3316557
45	340287	3316362
46	340438	3316539
47	340047	3316735
48	339757	3316931
49	339412	3317127
50	339504	3317306
51	339839	3317122
52	340182	3316920
53	340516	3316727
54	340617	3316896
55	340286	3317088
56	339958	3317288
57	339620	3317478
58	340042	3318570
59	340322	3318358

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

---

Sitio	X	Y
60	340620	3318928
61	340936	3317883
62	340968	3317591
63	340697	3317820
64	340420	3318047
65	340142	3318297
66	339875	3318528
67	339743	3318358
68	339985	3318079
69	340267	3317904
70	340559	3317674
71	340884	3317439
72	340612	3317408
73	340180	3317692
74	339954	3317918
75	339661	3318061
76	340511	3317232
77	340229	3317403
78	339941	3317568
79	339615	3317734
80	339122	3315647
81	339585	3315349
82	340001	3315128
83	540337	3314952



**Figura VIII. 2.** Plano que muestra la ubicación de los sitios de muestreo empleados para la caracterización de flora en cada una de las fases diferenciadas.

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

**Tabla VIII.2.** Coordenadas UTM (WGS84) de las parcelas establecidas en el área del SAR.

Sitio	X	Y
1	341951	3318121
2	342051	3318132
3	342150	3318129
4	342256	3318134
5	342354	3318129
6	342457	3318128
7	342565	3318127
8	342672	3318124
9	342773	3318123
10	342868	3318117
11	341932	3318018
12	342032	3318036
13	342147	3318023
14	342259	3318015
15	342361	3318027
16	342478	3318038
17	342585	3318044
18	342693	3318019
19	342801	3318033
20	342897	3318029
21	341946	3317914
22	342056	3317935
23	342157	3317932
24	342268	3317933
25	342368	3317928
26	342456	3317925
27	342586	3317925
28	342675	3317924
29	342793	3317921
30	342894	3317926
31	341636	3317831
32	342046	3317830
33	342153	3317834
34	342252	3317831
35	342354	3317863
36	342467	3317821
37	342579	3317826
38	342680	3317823
39	342793	3317831
40	342912	3317818
41	342920	3317723
42	342817	3317719
43	342719	3317730
44	342614	3317737
45	342506	3317732
46	342406	3317731
47	342298	3317729
48	342185	3317725

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Sitio	X	Y
49	342088	3317723
50	341994	3317730
51	342056	3317650
52	342154	3317638
53	342257	3317646
54	342454	3317645
55	342458	3317637
56	342556	3317632
57	342656	3317631
58	342752	3317627
59	342852	3317623
60	342957	3317626
61	341959	3317534
62	342069	3317536
63	342183	3317533
64	342302	3317537
65	342404	3317545
66	342514	3317546
67	342609	3317544
68	342722	3317535
69	342815	3317546
70	342906	3317291
71	341941	3317442
72	342056	3317440
73	342156	3317446
74	342256	3317443
75	342358	3317445
76	342432	3317443
77	342556	3317443
78	342653	3317449
79	342759	3317451
80	342865	3317436
81	341941	3317334
82	342042	3317334
83	342143	3317332
84	342245	3317323
85	342348	3317328
86	342451	3317323
87	342545	3317327
88	342651	3317324
89	342756	3317321
90	342845	3317321
91	338727	3315647
92	338380	3315846
93	338044	3316043
94	337694	3316242
95	337318	3316457
96	336999	3316645
97	337063	3316856



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Sitio	X	Y
98	337410	3316629
99	337756	3316422
100	338105	3316224
101	338505	3316038
102	338850	3315843
103	338942	3316039
104	338604	3316179
105	338291	3316359
106	337975	3316521
107	337676	3316719
108	337335	3316906
109	337351	3317144
110	337654	3316945
111	337957	3316771
112	338213	3316646
113	338507	3316461
114	338831	3316284
115	340610	3315202
116	340687	3315438
117	338907	3316416
118	338596	3316608
119	338298	3316786
120	338000	3316964
121	337710	3317151
122	337454	3317298
123	337639	3317455
124	337988	3317254
125	338347	3317046
126	338705	3316849
127	339039	3316618
128	340846	3315592
129	340940	3315765
130	340583	3315977
131	339165	3316792
132	338819	3317002
133	338472	3317210
134	338120	3317410
135	337786	3317593
136	337931	3317745
137	338245	3317551
138	338599	3317366
139	338941	3317173
140	339276	3316974
141	339774	3319848
142	340003	3319674
143	341493	3318496
144	341720	3318308
145	341975	3318106
146	341912	3317890

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Sitio	X	Y
147	341631	3318098
148	341352	3318312
149	339852	3319509
150	339603	3319681
151	339486	3319549
152	339721	3319367
153	341340	3318086
154	341570	3317882
155	341878	3317663
156	341745	3317509
157	341482	3317744
158	331200	3317933
159	339833	3319041
160	340636	3316166
161	341019	3315952
162	341114	3316147
163	340779	3316345
164	339073	3317327
165	338731	3317528
166	338405	3317718
167	338075	3317903
168	338201	3318066
169	338530	3317873
170	338864	3317682
171	339201	3317489
172	340860	3316533
173	341199	3316327
174	341278	3316512
175	340948	3316707
176	339626	3319180
177	339345	3319379
178	339223	3319251
179	339496	3319032
180	339768	3318806
181	341158	3317710
182	341434	3317491
183	341686	3317311
184	341575	3317139
185	341289	3317383
186	339684	3318732
187	339413	3318892
188	339101	3319100
189	338978	3318972
190	339222	3318775
191	339457	3318550
192	341142	3317199
193	331422	3317000
194	341325	3316793
195	341042	3317078

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

---

Sitio	X	Y
196	339372	3317894
197	339095	3318073
198	338810	3318236
199	338495	3318410
200	338324	3318239
201	338667	3318003
202	339010	3317808
203	339309	3317655
204	339418	3318123
205	339201	3318302
206	338969	3318537
207	338726	3318683

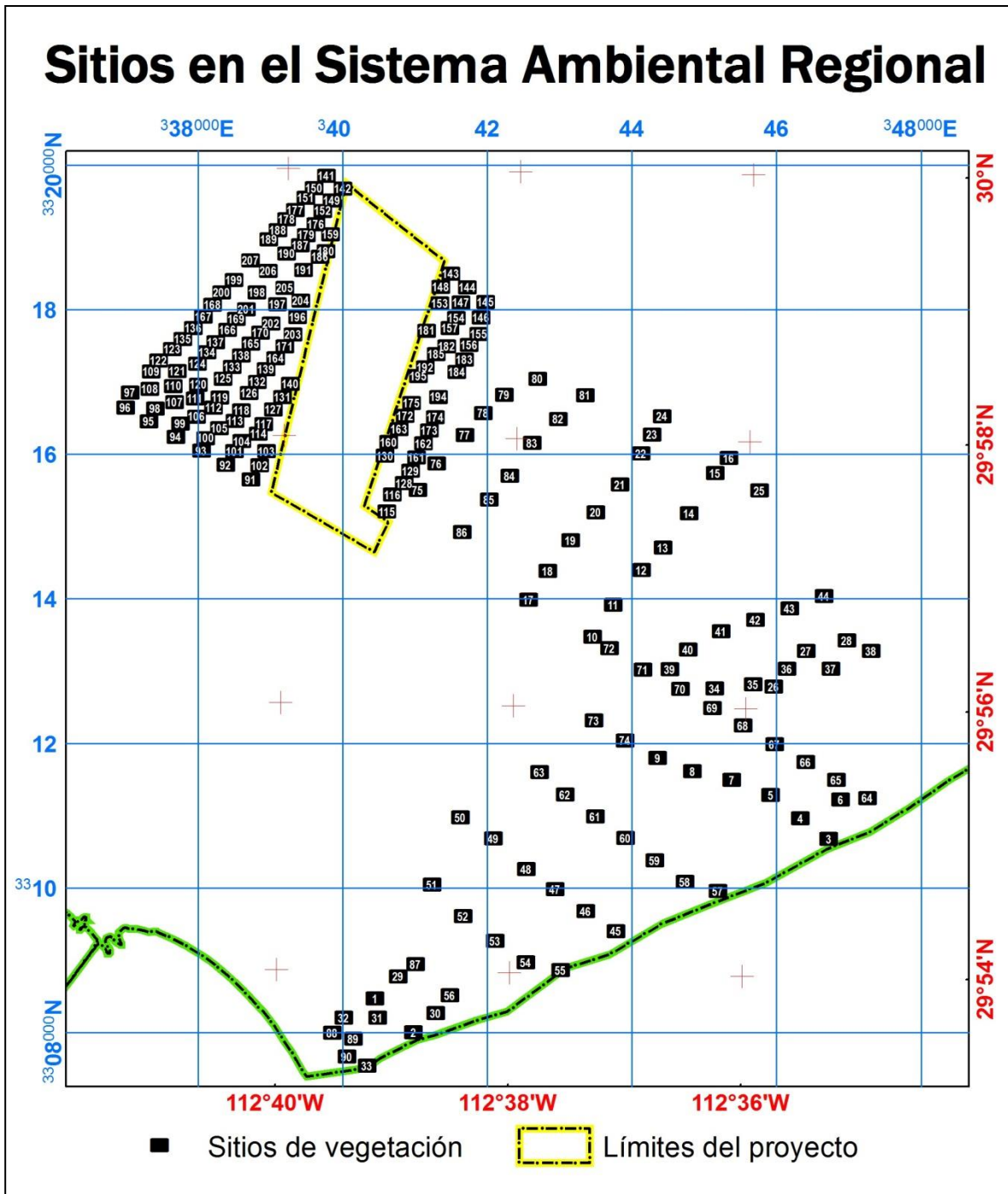


Figura VIII. 3. Ubicación de las parcelas de muestreo establecidas en el área del SAR.

## Procesamiento de datos

En estas parcelas se determinaron el diámetro de fuste, diámetro de copa, altura y número de individuos por especie, para realizar posteriormente las estimaciones de Abundancia relativa (Ar), Dominancia relativa (Dr) y Frecuencia relativa (Fr), utilizando las siguientes fórmulas:

$$A = (\text{No. de individuos de la especie} / \text{No. total de todas las especies}) * 100$$

Se refiere a la relación de la densidad de las especies comparado con un total existente (Heiseke *et al.*, 1985 y Franco *et al.*, 1991).

$$Ar = (n / N) * 100$$

$$Dr = (\text{Área de la copa de la especie} / \text{Área de la copa de todas las especies}) * 100$$

Parámetro que da una idea del grado de participación de las especies en la comunidad (Heiseke *et al.*, 1985 y Franco *et al.*, 1991).

$$Dr = (\text{Área de copa de la especie "i"} / \text{Área de copa total}) * 100$$

$$F = (\text{No. de parcelas con la especie} / \text{No. de parcelas muestreadas}) * 100.$$

Parámetro que ofrece una idea de la distribución de las especies, siendo fundamental para conocer la estructura de la comunidad (Heiseke, *et al.*, 1985, citado por Rocha, 1995).

$$Fr = (n / N) * 100$$

## b) Estimación de Índices

Los índices han y siguen siendo muy útiles para medir la vegetación. Si bien muchos investigadores opinan que estos comprimen demasiado la información, además de tener poco significado, en muchos casos son el único medio para analizar los datos obtenidos en un muestreo. Los índices que se manejarán en este trabajo son los más utilizados en el análisis comparativo y descriptivo de la vegetación (Muller *et al.*, 1974).

### Estimación del Índice de Valor de Importancia (IVI).

Es un parámetro que mide el valor de las especies, típicamente en base a tres parámetros principales: dominancia (ya sea en forma de cobertura o área basal), densidad y frecuencia. El índice corresponde a la suma de estos tres parámetros, siendo este valor el que revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal y un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el IVI es necesario transformar los datos de cobertura, densidad y frecuencia en valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro debe ser igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del Índice debe ser igual a 300. Muchas veces no se tiene

información o no es posible medir los tres parámetros utilizados para calcular el Índice, por lo cual en estos casos se deben sumar los valores de dos parámetros, cualquiera que sea la combinación.

#### Estimación de Índices de diversidad.

La diversidad, en su definición, considera tanto al número de especies como también al número de individuos (abundancia) de cada especie existente en un determinado lugar. En la actualidad, estos índices son criticados porque comprimen mucha información que puede ser más útil si se analiza de manera diferente. A pesar de ello, los estudios florísticos y ecológicos recientes los utilizan como una herramienta para comparar la diversidad de especies, ya sea entre tipos de hábitat, tipos de bosque, etc. Normalmente, los índices de diversidad se aplican dentro de las formas de vida (por ejemplo, diversidad de árboles, hierbas, etc.) o dentro de estratos (diversidad en los estratos superiores, en el sotobosque, etc.). A una escala mayor, no es posible calcular índices de diversidad, ya que aparte de conocer las especies, es necesario conocer la abundancia de cada una de éstas (Appanah, 1994).

Existen más de 20 índices de diversidad, cada uno con sus ventajas y desventajas. Para este estudio se utilizó el *Índice de Shannon - Wiener*, uno de los más frecuentes para determinar la diversidad de plantas de un determinado hábitat (Matteuci *et al.*, 1974). Para utilizar este índice, el muestreo debe ser aleatorio y todas las especies de una comunidad vegetal deben estar presentes en la muestra.

**Índice de Shannon.** El índice de Shannon se basa en la teoría de la información y por tanto en la probabilidad de encontrar un determinado individuo en un ecosistema. El índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies) y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia) (Magurran 2001).

Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Excepcionalmente puede haber ecosistemas con valores mayores (bosques tropicales, arrecifes de coral) o menores (algunas zonas desérticas). La mayor limitante de este índice es que no tiene en cuenta la distribución de las especies en el espacio. (Moreno, 2001). El índice se calcula mediante la fórmula:

$$H' = - \sum_{i=1}^S P_i (\ln (P_i))$$

Dónde:

H' = Índice de Shannon-Wiener (heterogeneidad del hábitat);

S = Número de especies;

P<sub>i</sub> = Abundancia relativa;

Ln = Logaritmo natural.

**Equidad.** La equitatividad (E) es, qué tan uniformemente están distribuidos los individuos entre las especies (Newman, 2003). Esto es, refleja la distribución de individuos entre especies (Clements y Newman, 2002). Se puede medir comparando la diversidad observada en una comunidad contra la diversidad máxima posible de una comunidad hipotética con el mismo número de especies. Puede demostrarse que cuando  $p_i = 1/S$  para toda  $p_i$ , se alcanza la uniformidad máxima siendo  $p_i$  la proporción del número de individuos de la especie  $i$  con respecto al total ( $n_i/N_t$ ) para lo cual generalmente el índice de equidad más apropiado es el índice de Shannon. (Franco et al. 1989).

Para determinar el índice de *equidad de Shannon* es necesario conocer la diversidad de cada muestreo, una vez obtenido este valor es posible aplicar la fórmula de equidad Shannon como se puede ver a continuación.

$$E = H/\ln(S)$$

Dónde:

E = equidad

H = diversidad

Ln (S) = logaritmo natural del número total de especies existentes dentro la parcela.

## **FAUNA**

Para el caso de la fauna silvestre, previo a los monitoreos en campo se revisó literatura acerca de anfibios, reptiles, aves y mamíferos que potencialmente pudieran distribuirse en la región y por ende en el predio donde se pretende establecer el proyecto.

### **Composición de especies**

El trabajo de campo para la determinación del inventario y descripción de los diferentes grupos de fauna consistió en la aplicación de distintas técnicas para conocer la composición de especies en el ecosistema (de manera paralela a las prácticas de caracterización de la vegetación), mismos que se señalan a continuación.

Los registros obtenidos mediante contacto visual principalmente y en segundo lugar auditivos. Las especies registradas fueron identificadas con la ayuda de binoculares Bushnell y fotografías obtenidas con cámaras digitales Nikon P520, P100 y P510 con acercamientos ópticos de hasta 36X.

### ***Metodología utilizada para los muestreos***

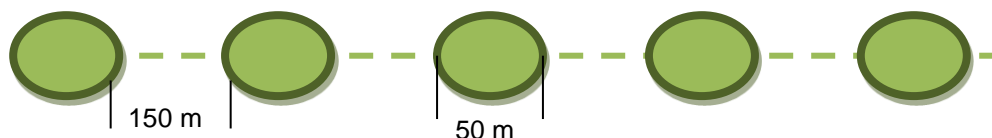
#### **a) Anfibios y Reptiles**

La búsqueda no restringida es el método más simple y frecuentemente utilizado para determinar la composición de estos grupos, el cual consiste en efectuar caminatas diurnas y/o en horarios crepusculares en busca de ejemplares de interés, pero sin que existan mayores reglas para la búsqueda (excepto buscar en todos los lugares posibles), pudiendo aportar información de manera relativamente rápida acerca de la riqueza de especies y su abundancia relativa en el área muestreada. De esta manera, durante el establecimiento de las parcelas de muestreo para medir los atributos de la vegetación, así como durante los recorridos efectuados para establecer los monitoreos de aves y mamíferos, se registraron aquellas áreas que pudieran representar un hábitat potencial de refugio para los anfibios y reptiles, documentándose estos grupos por observación directa o indirecta (principalmente huellas), para evitar implementar técnicas de captura.

#### **b) Aves**

Para el monitoreo de las aves, se aplicó un muestreo sistemático llamado "Técnica de puntos de conteo" tal y como se observa en la siguiente Figura, el cual es uno de los más utilizados para obtener la composición de especies de una comunidad, y sirve además para monitorear en tiempo las variaciones de su abundancia en un ecosistema. Dicha técnica se desarrolla mejor en comunidades de matorral o en ecosistemas con existencia de especies maderables.





**Figura VIII. 4.** Diagrama ilustrativo del método de puntos de conteo.

El monitoreo se inicia avanzando 100 m en la vegetación, tratando de ubicar estaciones de observación en cada transecto, con un diámetro de 50 m cada una y a una distancia de 150 m entre ellas. Una vez definido el punto de conteo, se procede a registrar aquellas especies observadas y/o identificadas por su canto durante cinco a 10 minutos de observación en cada estación de conteo (el observador permanece en un punto fijo y toma nota de todas las aves vistas y oídas). La técnica se aplica durante las horas crepusculares y antes del mediodía, con la finalidad de cubrir una mayor cantidad de especies con diferentes hábitos. De la misma manera, en la distribución de los transectos, se considera su localización dentro de la vegetación, en espacios abiertos y en las orillas de la comunidad, para aprovechar el efecto borde y obtener así una mayor cobertura.

El observador debe acceder al punto de conteo causando el mínimo de perturbación a las aves y debe comenzar a contar tan pronto como llegue al punto. Los conteos por puntos son el principal método de monitoreo de aves terrestres en un gran número de países, debido a su eficacia en todo tipo de terrenos y hábitats, y a la utilidad de los datos obtenidos.

La anterior metodología fue tomada del "*Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres*". A continuación se presenta su ficha bibliográfica:

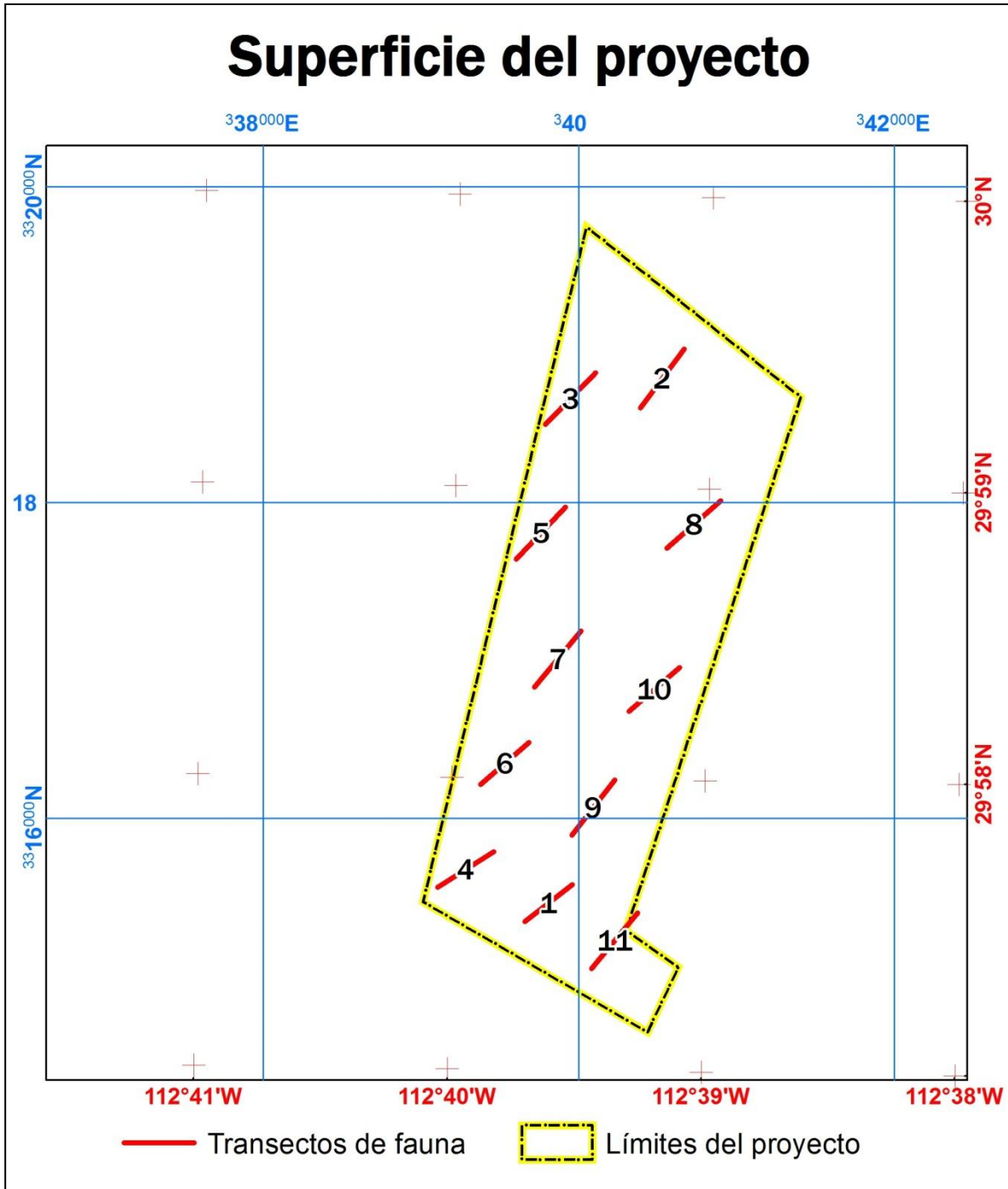
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. **Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres**. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los 11 transectos realizados para los muestreos de fauna silvestre (utilizados para los tres grupos identificados). Dichos transectos fueron distribuidos al azar en la superficie del terreno y dirigidos hacia un rumbo que incluyera preferentemente diferentes características del terreno (relieve,

presencia de rocas, vegetación, etc.) con una longitud variable desde los 443 metros hasta los 464 metros. Las coordenadas fueron tomadas utilizando el Sistema de Coordenadas Universal Transversa de Mercator (UTM), Datum WGS84. De igual manera, se pueden observar en la Figura VIII.5.

**Tabla VIII.3.** Coordenadas UTM (WGS84) de los transectos establecidos en el área del proyecto.

Transecto	Longitud (m)	Coordenada inicio		Coordenada final	
		X	Y	X	Y
1	447	339,658	3,315,344	339,959	3,315,579
2	457	340,668	3,318,974	340,391	3,318,599
3	458	339,788	3,318,495	340,108	3,318,823
4	454	339,462	3,315,789	339,106	3,315,561
5	454	339,917	3,317,971	339,604	3,317,642
6	446	339,685	3,316,481	339,378	3,316,214
7	462	340,014	3,317,186	339,720	3,316,830
8	454	340,560	3,317,710	340,900	3,318,012
9	445	340,229	3,316,242	339,956	3,315,891
10	464	340,317	3,316,678	340,641	3,316,954
11	458	340,374	3,315,399	340,081	3,315,047



**Figura VIII. 5.** Ubicación de las parcelas de muestreo para fauna silvestre establecidas en el área del CUS.

### **c) Mamíferos**

La presencia de este grupo fue determinada mediante observaciones directas e indirectas (identificación de huellas y excretas), con la finalidad de evitar implementar técnicas de captura. Para lo anterior, se llevan a cabo recorridos en las horas del crepúsculo y antes del mediodía, motivo por lo cual, se utilizaron los transectos de aves para llevar a cabo también el monitoreo de mamíferos.

Sobre lo anterior, es importante señalar que el uso de transectos ha tomado una gran importancia en estudios de fauna silvestre, pudiendo ser implementados en desplazamientos para documentar biodiversidad de un área o para cuantificación de especies silvestres (Carrillo et al. 2000). Muchos estudios han hecho uso de esta técnica con resultados satisfactorios, no sólo en la búsqueda de rastros indirectos de fauna, sino además en los recorridos de avistamiento directo de los mismos, lográndose ambos tipos de registros.

La anterior metodología fue tomada de diversos documentos, como por ejemplo el denominado "Evaluación de técnicas de campo para el monitoreo de fauna cinegética en la cuenca del río Valle, Chocó" y "Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales". A continuación se presentan sus fichas bibliográficas:

Chiriví-Henriquez, Adelaida. 2006. Evaluación de técnicas de campo para el monitoreo de fauna cinegética en la cuenca del río Valle, Chocó. Bogotá. D.C. 127 p.

Bautista, Z. Francisco; Delfín, G. Hugo; Palacio, P. José L; Delgado, C. María del C. 2004. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. México, D.F. 507 p.

Para este fin se utilizaron los mismos transectos utilizados para el monitoreo de aves.

Resultados del muestreo.

A continuación se presentan los resultados de los muestreos obtenidos tanto para el SAR como para el CUS, para cada uno de los grupos de anfibios, reptiles, mamíferos y aves. En dichas tablas se presenta el nombre científico, nombre común, número de individuos, densidad relativa, estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 e índices de biodiversidad (Shannon, equidad y diversidad máxima).

### Índices de riqueza y diversidad

Con los datos de campo de cada localidad de muestreo se determinó el índice de diversidad de Shannon (log Base 10), y el coeficiente de equitabilidad (J). El índice de diversidad considera el número de especies y la abundancia de cada una de estas de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$H' = \sum_{i=1}^S p_i (\ln(p_i))$$

$i=1$

En donde:

H' = Índice de diversidad de Shannon

$n_i$  = número de individuos de la especie "i"

N = número total de individuos de todas las especies

$p_i$  = abundancia relativa de las especies (calculada como  $[n_i/N]$ )

S = número total de especies

### VIII.3. Identificación de las interacciones proyecto-entorno

Para el desarrollo de la presente sección, se consideraron técnicas conocidas para la identificación de impactos en las diferentes etapas del proyecto, las principales herramientas utilizadas son:

- a) El sistema de información geográfica.
- b) Grafos o redes de interacción causa-efecto
- c) Matrices de interacción
- d) Juicio de expertos

A continuación se describen brevemente cada una de ellas:

**Tabla VIII.4.** Descripción de las herramientas utilizadas en la identificación de impactos.

Herramienta	Descripción
El sistema de información geográfica.	Para el proyecto se generaron mapas de inventario de manera que a través de la sobreposición que ofrece el sistema de información geográfica, los impactos de ocupación surgen de manera directa y evidente.
Grafos o redes de interacción causa-efecto	Consisten en representar sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aún cuando ésta técnica es menos utilizada que las matrices de interacción, refleja de una mejor manera la cadena de acontecimientos y sus interconexiones, es decir, las redes de relaciones entre la actividad y su entorno. Se sugiere que la técnica del grafo y la de las matrices deben considerarse de forma complementaria. (Gómez-Orea, 2002) En la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto: la causa está en el origen, y el efecto en el final de la flecha.
Matrices de interacción	Por definición, son cuadros de doble entrada, en una de las cuales se disponen las acciones del proyecto causa de impacto y en la otra los elementos o factores ambientales relevantes receptores de los efectos, ambas entradas identificadas en tareas anteriores. En la matriz se señalan las casillas donde se puede producir una interacción, las cuales identifican impactos potenciales, cuya significación habrá que analizarlo después.
Juicio de expertos	Las consultas a paneles de expertos se facilita mediante la utilización de métodos diseñados para ello en donde cada participante señala los factores que pueden verse alterados por el proyecto y valora dicha alteración según una escala preestablecida y por aproximaciones sucesivas, en donde se comparan y revisan los resultados individuales, se llega a un acuerdo final que se especifica y justifica en un informe. (Gómez-Orea, 2002)

Las técnicas de identificación de los impactos significativos conforman la parte medular de la metodología de evaluación y se registran numerosas propuestas en la literatura especializada, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas, siendo la identificación de impactos el paso más importante en la EIA.

**a) El sistema de información geográfica (SIG)**

Para la caracterización del SAR se utilizó lo siguiente:

- a) Definición de unidades naturales y zonificación del predio.
- b) Sistema de información geográfica.
- c) Información generada en los trabajos de campo.

Lo anterior permitió evaluar la situación ambiental del predio y el SAR definido y delimitado para el proyecto.

**b) Grafos o redes de interacción causa-efecto**

Se realizaron grafos para cada etapa del proyecto. Se eligió dicha técnica ya que representan sobre el papel las cadenas de relaciones sucesivas que van del proyecto al medio. Aún en la técnica del grafo, los impactos vienen identificados por las flechas, las cuales definen relaciones causa-efecto, se hizo una modificación a la técnica, se adicionó el efecto de manera escrita para cada componente, lo anterior para mejorar y clarificar el efecto o impacto sobre el ambiente.

**c) Matrices de interacción**

Siguiendo la observación que hace Gómez-Orea, y mencionada anteriormente, con relación a la conveniencia de considerar la técnica del grafo y la de las matrices de forma complementaria, se elaboró la siguiente matriz de interacciones, tomando en cuenta en todo momento el juicio de expertos y la información cuantitativa generada con el SIG, además de la Evaluación Florística y Faunística del Predio, la hidrología y las unidades ambientales.

La matriz de interacciones se implementó considerando las actividades previstas por el proyecto (Capítulo II) y los factores ambientales relevantes por componente ambiental potencialmente afectable. Esta matriz se denominó *Matriz de Interacciones*, la cual permite identificar los impactos positivos y negativos que generará el proyecto, evidenciando los componentes más afectados por el desarrollo del proyecto y la etapa que generará más efectos positivos o negativos, así como la cuantificación de las acciones que generarán con mayor recurrencia. Como ya se mencionó anteriormente, esta primera matriz, apoya los análisis del grafo, y el SIG enmarcados en todo momento por el juicio de expertos.

Cabe mencionar la importancia y valor del análisis descrito ya que no solo se identifican los impactos, sino también ayuda a definir las medidas de prevención, mitigación y compensación, que a su vez son integradas en el **Programa de Supervisión y Vigilancia Ambiental** propuesto para el proyecto y que se describe en el Capítulo VI.

**Cribado y denominación de las interacciones o impactos.**

Las técnicas utilizadas anteriormente para la identificación de los impactos que puede generar el proyecto durante su desarrollo, representan relaciones que potencialmente pueden constituir un impacto, sin embargo, la estimación de éstos como significativos se determina a la luz de la definición de "impacto significativo" establecida por el RLGEEPAMEIA, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

*IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;*

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben estudiarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, por lo que antes de pasar a las etapa de caracterización y valoración de los impactos, se hace un cribado para seleccionar aquellos que se estiman significativos, aún cuando posteriormente se sometan a una caracterización que pondere los impactos para establecer su significancia.

Tomando en cuenta lo anterior, el Método Delphi aplicado a este proyecto, analizó los impactos identificados y realizó una primera aproximación de la selección de aquellos impactos que, por sus características y atributos, pueden identificarse como significativos.

Algunos criterios empleados se enlistan a continuación:

- El atributo de significativo lo alcanza un impacto cuando el factor o subfactor ambiental que recibirá el efecto del mismo adquiere la importancia especial reconocida en las leyes, en los planes y programas, en las NOM's, etc. respecto a la posibilidad de generar desequilibrios ecológicos o rebasar límites establecidos en alguna disposición aplicable para la protección al ambiente. En este último caso, es conveniente citar como efecto el reconocimiento del estatus de protección que alcanzan numerosas especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con las siguientes categorías de riesgo:
  - ✓ Probablemente extinta en el medio silvestre,
  - ✓ En peligro de extinción,
  - ✓ Amenazadas y
  - ✓ Sujeta a protección especial.
  
- El nivel de significancia del impacto que pudiera incidir sobre alguna de estas especies radica en el estatus de protección que le asigne la Norma de acuerdo a su vulnerabilidad, así resulta obvio que el impacto sobre una especie con estatus de "en peligro de extinción" puede alcanzar un mayor significado ambiental que si la especie estuviera catalogada en estatus de protección especial.



- El carácter de significativo lo alcanza el impacto por el reconocimiento de la importancia del recurso a ser impactado o del atributo de calidad ambiental que pudiera ser afectado.
- El rango de significativo lo puede alcanzar un impacto de acuerdo al conocimiento técnico del equipo integrador de la MIA, en relación a la importancia del recurso o del atributo de calidad ambiental a ser impactado. En este caso, el criterio que aplica para asignarle el carácter de significativo al impacto, se basa en el dictamen técnico o científico, precisamente como resultado de los estudios de campo previos a la integración de la MIA.

### VIII.3.1. Caracterización de Impactos

De esta manera, los impactos fueron caracterizados según sus atributos, por lo que tomando como base el método Delphi, la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales, y el grafo que le dio origen, se generó una tabla de impactos ambientales por componente y factor ambiental, los cuales se caracterizaron a través de los siguientes 9 atributos de impacto ambiental para dar origen a la matriz de Caracterización de impactos ambientales.

**Tabla VIII.5.** Atributos del Impacto Ambiental

Atributo	Carácter del atributo	Valor o calificación
Signo del efecto	Benéfico	Positivo (+)
	Perjudicial	Negativo (-)
Consecuencia (C)	Directo	3
	Indirecto	1
Acumulación (A)	Simple	1
	Acumulativo	3
Sinergia (S)	No sinérgico	1
	Sinérgico	3
Momento o tiempo (T)	Corto Plazo	1
	Mediano Plazo	2
	Largo Plazo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	3
Periodicidad (Pi)	Periódico	3
	Aparición irregular	1
Permanencia (Pm)	Permanente	3
	Temporal	1
Recuperabilidad (Rc)	Recuperable	1
	irrecuperable	3

**Tabla VIII.6.** Descripción de la escala de los atributos

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	Directo: el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	Simple: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	Acumulativo: cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	Mediano: la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	Largo: la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo indefinido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.		Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).

La Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales permite:

- a) Evaluar y dimensionar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, magnitud y frecuencia.
- b) Conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto.
- c) Conocer los impactos que por su frecuencia más inciden en los componentes ambientales.

Considerando que las matrices de interacción, y los grafos tienen como limitante principal la identificación y evaluación de impactos acumulativos y sinérgicos, se debe destacar que estos impactos fueron identificados por el juicio de expertos e incorporados como atributos a valorar para cada impacto en la matriz de Caracterización de Impactos Ambientales.

En la Matriz de Caracterización de Impactos Ambientales se obtiene como resultado final, la evaluación de los impactos en términos de su importancia y magnitud.

La importancia (intensidad o índice de incidencia, llamado así por Gómez-Orea, 2002) de cada impacto, que se refiere a la severidad y forma de alteración, se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que se muestra a continuación, por medio de la sumatoria de los atributos de cada impacto (Tabla VIII.5) y sus rangos de valor o escala de la tabla V.III6:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc1$$

De esta manera se asegura alcanzar una suma de los valores de cada atributo. El modelo utilizado es ampliamente conocido, de manera que la autoridad pueda replicarlos al evaluar la MIA.

El producto de multiplicar la magnitud y la importancia es la relevancia o significancia del impacto ambiental que puede ser comparado contra el valor promedio de dichas calificaciones como referencia central.

$$S = I (M)$$

Con base en los valores obtenidos para la significancia o relevancia del impacto, al resto de los impactos se asignaron las categorías mostradas en la siguiente tabla, mismas que si bien resultan del uso de una técnica determinada, en su interpretación se ajustan a las

---

<sup>1</sup> Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 330

especificidades del SAR en cuanto a continuidad de los componentes y factores que definen a los ecosistemas que ocurren en la región.

Tabla VIII.7. Categorías de Relevancia de Impactos

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.66
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Mayor a 0.66

Derivado de lo anterior se identificaron los impactos significativos. Se debe acotar que las categorías propuestas corresponden al criterio establecido en la definición de impacto significativo del RLGEEPAMEIA en su fracción IX del Artículo 3, que a la letra dice:

*"IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que **provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud**, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, **así como la continuidad de los procesos naturales**;"*

Como parte de las características del diseño actual del sembrado del proyecto, se plantearon una serie de medidas con las cuales se prevendrán y mitigarán los impactos ocasionados por la implementación del proyecto, dichas medidas se describen en anteriores capítulos; debido a la aplicación de estas medidas se realizó una segunda evaluación de impactos considerando la aplicación de estas.

### Acciones del proyecto, susceptibles de producir impactos

Se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa-efecto que define un impacto ambiental (Gómez-Orea 2002). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega cada una de las obras y actividades del proyecto en dos niveles: las fases y las acciones concretas, propiamente dichas.

**Fases:** se refieren a las que forman la estructura vertical del proyecto, y son las siguientes:

- a. Preparación del sitio.
- b. Construcción.
- c. Operación.

**Acciones concretas:** las acciones se refieren a una causa simple, concreta, bien definida y localizada de impacto.

Una vez que hemos desglosado cada obra y actividad en sus fases y acciones concretas, procedemos a realizar un cribado de dichas acciones ya que debido a que muchas de ellas se repiten por obras o actividades, con la que se trabajó la identificación de impactos:

#### **Factores del entorno susceptibles de recibir impactos.**

Se denomina entorno a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo, y agua (Gómez-Orea 2002), así como las consideraciones de índole social. Para el caso del proyecto, se retomó la información manifestada en el Capítulo IV de la presente MIA, y a continuación, y derivado de la complejidad del entorno y su carácter de sistema, se desglosan en varios niveles hasta obtener los factores muy simples y concretos:

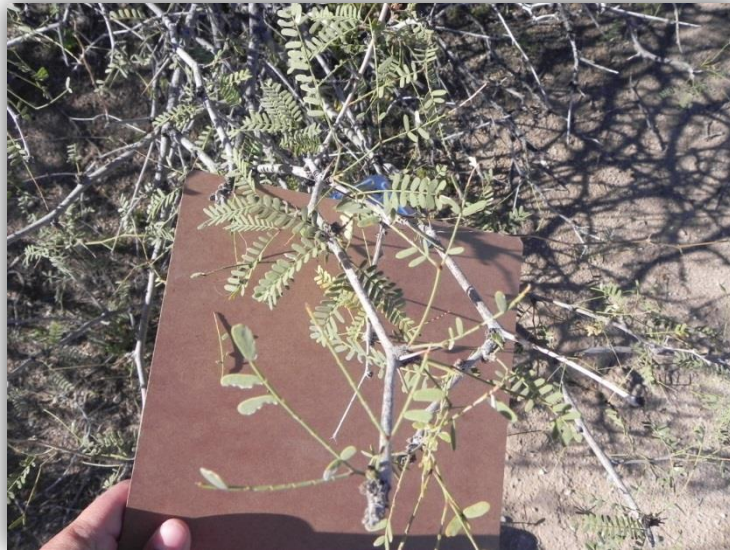
### **VIII.4 Anexo Fotográfico**



**Fotografía VIII. 1.** *Callisaurus draconoides*.



**Fotografía VIII. 2.** *Uta stansburiana*.



**Fotografía VIII. 3.** Mezquite - *Prosopis juliflora*.



**Fotografía VIII. 4.** Alicoche - *Echinocereus enneacanthus*.



**Fotografía VIII. 5.** Corona de cristo - *Koeberlinia spinosa*.



**Fotografía VIII. 6.** Gobernadora - *Larrea tridentata*.



**Fotografía VIII. 7.** Sangre de drago - *Jatropha cuneata*.





**Fotografía VIII. 8.** Torote Rojo - *Bursera microphylla* .



**Fotografía VIII. 9.** Senita - *Lophocereus schottii* esta se encuentra en listada con el estatus de Protección Especial (Pr) en la NOM-059- SEMARNAT-2010.



Fotografía VIII. 10. Biznaga - *Ferocactus emoryi*.

## VIII.5 Listados de Flora y Fauna

### FLORA

Tabla VIII.8. Especies identificadas en las parcelas de muestreo establecidas en el SAR.

Nombre Común	Nombre Científico	Orden	Familia	Nom-059-SEMARNAT-2010
Torote rojo	<i>Bursera microphylla</i>	Sapindales	Burseraceae	--
Herbacea	<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	Asterales	Asteraceae	--
Cadillo	<i>Ambrosia dumosa</i>	Asterales	Asteraceae	--
Barba de Chivo	<i>Bebbia juncea</i>	Asterales	Asteraceae	--
Choya	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	Caryophyllales	Cactaceae	--
Manzano del Desierto	<i>Datura Discolor</i>	Solanales	Solanaceae	--
Manca caballo	<i>Echinocactus texensis</i>	Caryophyllales	Cactaceae	--
Alicoche	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Caryophyllales	Cactaceae	--

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Nombre Común	Nombre Científico	Orden	Familia	Nom-059-SEMARNAT-2010
Cenizillo	<i>Encelia farinosa</i>	Asterales	Asteraceae	--
Cactus Barril	<i>Ferocactus cylindraceus</i>	Caryophyllales	Cactaceae	Sujeta a protección especial
Biznaga	<i>Ferocactus emory</i>	Caryophyllales	Cactaceae	--
Panalero	<i>Forestiera angustifolia</i>	Lamiales	Oleaceae	--
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	Ericales	Fouquieriaceae	--
Cenizo	<i>Hibiscus denudatus</i>	Malvales	Malvaceae	--
Margarita	<i>Hyptis sp.</i>	Lamiales	Lamiaceae	--
Sangre de drago	<i>Jatropha cuneata</i>	Malpighiales	Euphorbiaceae	--
Corona de cristo	<i>Koeberlinia spinosa</i>	Brassicales	Koeberliniaceae	--
Candelilla	<i>Krameria paucifolia</i>	Zygophyllales	Krameriaceae	--
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	Zygophyllales	Zygophyllaceae	--
Senita	<i>Lophocereus schottii</i>	Caryophyllales	Cactaceae	Sujeta a protección especial
Chaparro amargoso	<i>Lycium andersonii</i>	Solanales	Solanaceae	--
Shery	<i>Mammillaria dioica</i>	Caryophyllales	Cactaceae	--
Partenium	<i>Parthenium argentatum</i>	Asterales	Asteraceae	--
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	Fabales	Fabaceae	--

Tabla VIII.9. Parámetros ecológicos estimados para las especies registradas en las unidades de muestreo.

Nombre científico	No. de Individuos / ha	Cobertura (%)	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Peso ecológico
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	14	0.01	0.481	0.013	0.481	0.975	0.49
<i>Ambrosia dumosa</i>	300	0.58	10.672	0.581	10.672	21.926	11.25
<i>Bebbia juncea</i>	0	0.08	0.017	0.077	0.017	0.112	0.09
<i>Bursera microphylla</i>	44	8.06	1.581	8.060	1.581	11.222	9.64
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	0	0.43	0.017	0.434	0.017	0.468	0.45
<i>Datura Discolor</i>	11	0.02	0.378	0.022	0.378	0.779	0.40
<i>Echinocactus texensis</i>	5	0.13	0.172	0.132	0.172	0.475	0.30
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	2	0.09	0.086	0.092	0.086	0.264	0.18
<i>Encelia farinosa</i>	402	0.85	14.298	0.850	14.298	29.446	15.15
<i>Ferocactus cylindraceus</i>	8	0.10	0.275	0.103	0.275	0.653	0.38
<i>Ferocactus emory</i>	5	0.17	0.189	0.174	0.189	0.552	0.36
<i>Forestiera angustifolia</i>	6	7.19	0.206	7.190	0.206	7.603	7.40
<i>Fouquieria splendens</i>	117	9.13	4.159	9.129	4.159	17.447	13.29
<i>Hibiscus denudatus</i>	610	0.76	21.705	0.759	21.705	44.169	22.46
<i>Hyptis sp.</i>	183	0.03	6.496	0.026	6.496	13.018	6.52
<i>Jatropha cuneata</i>	325	4.50	11.548	4.503	11.549	27.600	16.05
<i>Koeberlinia spinosa</i>	5	0.91	0.189	0.911	0.189	1.289	1.10
<i>Krameria paucifolia</i>	0	7.95	0.017	7.950	0.017	7.984	7.97

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Nombre científico	No. de Individuos / ha	Cobertura (%)	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Peso ecológico
<i>Larrea tridentata</i>	672	2.38	23.922	2.375	23.922	50.219	26.30
<i>Lophocereus schotii</i>	74	2.01	2.629	2.012	2.629	7.271	4.64
<i>Lycium andersonii</i>	3	8.02	0.120	8.018	0.120	8.258	8.14
<i>Mammillaria dioica</i>	0	0.01	0.017	0.007	0.017	0.041	0.02
<i>Parthenium argentatum</i>	15	0.31	0.550	0.307	0.550	1.407	0.86
<i>Prosopis velutina</i>	8	20.40	0.275	20.403	0.275	20.953	20.68

**Tabla VIII.10.** Índices de diversidad estimados para las especies registradas en las unidades de muestreo.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Herbacea	<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	28	0.0048	-5.3367	-0.0257	0.0257	0.0080
Cadillo	<i>Ambrosia dumosa</i>	621	0.1067	-2.2376	-0.2388	0.2388	0.0742
Barba de Chivo	<i>Bebbia juncea</i>	1	0.0002	-8.6689	-0.0015	0.0015	0.0005
Torote rojo	<i>Bursera microphylla</i>	92	0.0158	-4.1471	-0.0656	0.0656	0.0204
Choya	<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	1	0.0002	-8.6689	-0.0015	0.0015	0.0005
Manzano del Desierto	<i>Datura Discolor</i>	22	0.0038	-5.5778	-0.0211	0.0211	0.0065
Manca caballo	<i>Echinocactus texensis</i>	10	0.0017	-6.3663	-0.0109	0.0109	0.0034
Alicoche	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	5	0.0009	-7.0594	-0.0061	0.0061	0.0019
Cenizillo	<i>Encelia farinosa</i>	832	0.1430	-1.9451	-0.2781	0.2781	0.0864
Cactus Barril	<i>Ferocactus Cylindraceus</i>	16	0.0027	-5.8963	-0.0162	0.0162	0.0050
Biznaga	<i>Ferocactus emory</i>	11	0.0019	-6.2710	-0.0119	0.0119	0.0037
Panalero	<i>Forestiera angustifolia</i>	12	0.0021	-6.1840	-0.0128	0.0128	0.0040
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	242	0.0416	-3.1799	-0.1322	0.1322	0.0411
Cenizo	<i>Hibiscus denudatus</i>	1263	0.2170	-1.5276	-0.3316	0.3316	0.1030
Margarita	<i>Hyptis sp.</i>	378	0.0650	-2.7340	-0.1776	0.1776	0.0552
Sangre de drago	<i>Jatropha cuneata</i>	672	0.1155	-2.1586	-0.2493	0.2493	0.0774
Corona de cristo	<i>Koeberlinia spinosa</i>	11	0.0019	-6.2710	-0.0119	0.0119	0.0037
Candelilla	<i>Krameria paucifolia</i>	1	0.0002	-8.6689	-0.0015	0.0015	0.0005
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	1392	0.2392	-1.4304	-0.3422	0.3422	0.1063
Sinita	<i>Lophocereus schotii</i>	153	0.0263	-3.6384	-0.0957	0.0957	0.0297
Chaparro amargoso	<i>Lycium andersonii</i>	7	0.0012	-6.7230	-0.0081	0.0081	0.0025
Shery	<i>Mammillaria dioica</i>	1	0.0002	-8.6689	-0.0015	0.0015	0.0005
Partenium	<i>Parthenium argentatum</i>	32	0.0055	-5.2031	-0.0286	0.0286	0.0089
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	16	0.0027	-5.8963	-0.0162	0.0162	0.0050
		5819	1			<b>2.09</b>	<b>0.65</b>
		<b>Índice de diversidad máxima</b>				<b>3.22</b>	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

**Tabla VIII.11.** Parámetros ecológicos estimados para las especies registradas en las unidades de muestreo.

Nombre científico	No. de Individuos / ha	Cobertura (%)	Abundancia relativa	Dominancia relativa	Frecuencia relativa	IVI	Peso ecológico
<i>Echinocereus enneacanthus</i>	7	0.20	0.281	0.201	1.165	1.647	0.48
<i>Ferocactus emory</i>	8	0.37	0.327	0.366	1.165	1.859	0.69
<i>Ambrosia dumosa</i>	210	1.03	8.135	1.031	9.323	18.489	9.17
<i>Krameria paucifolia</i>	148	0.06	5.750	0.063	3.962	9.776	5.81
<i>Encelia farinosa</i>	329	1.12	12.763	1.122	7.692	21.577	13.88
<i>Hibiscus denudatus</i>	5	3.13	0.187	3.129	0.932	4.248	3.32
<i>Lycium andersonii</i>	5	0.59	0.187	0.586	0.699	1.473	0.77
<i>Cylindropuntia bigelovii</i>	842	4.63	32.679	4.634	13.985	51.298	37.31
<i>Peniocereus striatus</i>	105	0.04	4.067	0.039	4.662	8.768	4.11
<i>Koeberlinia spinosa</i>	16	0.43	0.608	0.430	1.865	2.903	1.04
<i>Larrea tridentata</i>	222	0.04	8.602	0.041	9.790	18.433	8.64
<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	23	31.60	0.888	31.597	1.632	34.117	32.49
<i>Echinocactus texensis</i>	175	16.40	6.779	16.397	11.421	34.597	23.18
<i>Hyptis sp.</i>	23	1.45	0.888	1.450	1.632	3.970	2.34
<i>Prosopis velutina</i>	2	2.12	0.094	2.119	0.466	2.678	2.21
<i>Prosopis juliflora</i>	10	0.25	0.374	0.249	1.165	1.788	0.62
<i>Fouquieria splendens</i>	275	9.70	10.659	9.699	12.820	33.178	20.36
<i>Pachycereus pringlei</i>	127	5.61	4.909	5.614	10.023	20.545	10.52
<i>Forestiera angustifolia</i>	47	21.23	1.823	21.234	5.594	28.651	23.06
<i>Parthenium argentatum</i>	7	0.20	0.281	0.201	1.165	1.647	0.48
<i>Jatropha cuneata</i>	8	0.37	0.327	0.366	1.165	1.859	0.69
<i>Lophocereus schotti</i>	210	1.03	8.135	1.031	9.323	18.489	9.17
<i>Bursera microphylla</i>	148	0.06	5.750	0.063	3.962	9.776	5.81
<i>Peniocereus striatus</i>	329	1.12	12.763	1.122	7.692	21.577	13.88

**Tabla VIII.12.** Especies identificadas en las parcelas de muestreo establecidas dentro del predio.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Nom-059-SEMARNAT-2010
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	Alicoche	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Ferocactus emory</i>	Biznaga	Pr
Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia dumosa</i>	Cadillo	---
Asterales	Asteraceae	<i>Encelia farinosa</i>	Cenizillo	---
Malvales	Malvaceae	<i>Hibiscus denudatus</i>	Cenizo	---

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

Solanales	Solanaceae	<i>Lycium andersonii</i>	Chaparro amargoso	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Peniocereus striatus</i>	Cola de rata	---
Zygophyllales	Zygophyllaceae	<i>Larrea tridentata</i>	Gobernadora	---
Asterales	Asteraceae	<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	Herbacea	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Echinocactus texensis</i>	Manca caballo	---
Lamiales	Lamiaceae	<i>Hyptis sp.</i>	Margarita	---
Fabales	Fabaceae	<i>Prosopis velutina</i>	Mezquite	---
Ericales	Fouquieriaceae	<i>Fouquieria splendens</i>	Ocotillo	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Pachycereus pringlei</i>	Organo	---
Lamiales	Oleaceae	<i>Forestiera angustifolia</i>	Panalero	---
Asterales	Asteraceae	<i>Parthenium argentatum</i>	Partenium	---
Malpighiales	Euphorbiaceae	<i>Jatropha cuneata</i>	Sangre de drago	---
Caryophyllales	Cactaceae	<i>Lophocereus schotti</i>	Senita	Pr
Sapindales	Burseraceae	<i>Bursera microphylla</i>	Torote rojo	---

**Tabla VIII.13.** Índices de diversidad estimados para las especies registradas en las unidades de muestreo.

Nombre común	Nombre científico	Ind	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Índice de Shannon	Índice de Equidad
Alicoche	<i>Echinocereus enneacanthus</i>	6	0.0028	-5.8763	-0.0165	0.0165	0.0055
Biznaga	<i>Ferocactus emory</i>	7	0.0033	-5.7222	-0.0187	0.0187	0.0063
Cadillo	<i>Ambrosia dumosa</i>	174	0.0813	-2.5090	-0.2041	0.2041	0.0681
Cenizillo	<i>Encelia farinosa</i>	123	0.0575	-2.8559	-0.1642	0.1642	0.0548
Cenizo	<i>Hibiscus denudatus</i>	273	0.1276	-2.0586	-0.2627	0.2627	0.0877
Chaparro amargoso	<i>Lycium andersonii</i>	4	0.0019	-6.2818	-0.0117	0.0117	0.0039
Cola de rata	<i>Peniocereus striatus</i>	4	0.0019	-6.2818	-0.0117	0.0117	0.0039
Gobernadora	<i>Larrea tridentata</i>	699	0.3268	-1.1184	-0.3655	0.3655	0.1220
Herbacea	<i>Ambrosia chenopodifolia</i>	87	0.0407	-3.2022	-0.1302	0.1302	0.0435
Manca caballo	<i>Echinocactus texensis</i>	13	0.0061	-5.1031	-0.0310	0.0310	0.0104
Margarita	<i>Hyptis sp.</i>	184	0.0860	-2.4532	-0.2110	0.2110	0.0704
Mezquite	<i>Prosopis velutina</i>	19	0.0089	-4.7237	-0.0420	0.0420	0.0140
Ocotillo	<i>Fouquieria splendens</i>	145	0.0678	-2.6914	-0.1824	0.1824	0.0609
Organo	<i>Pachycereus pringlei</i>	19	0.0089	-4.7237	-0.0420	0.0420	0.0140
Panalero	<i>Forestiera angustifolia</i>	2	0.0009	-6.9749	-0.0065	0.0065	0.0022
Partenium	<i>Parthenium argentatum</i>	8	0.0037	-5.5887	-0.0209	0.0209	0.0070
Sangre de drago	<i>Jatropha cuneata</i>	228	0.1066	-2.2387	-0.2386	0.2386	0.0797
Sinita	<i>Lophocereus schotti</i>	105	0.0491	-3.0141	-0.1480	0.1480	0.0494
Torote rojo	<i>Bursera microphylla</i>	39	0.0182	-4.0045	-0.0730	0.0730	0.0244
		6	1			<b>2.18</b>	<b>0.73</b>
		<b>Índice de diversidad máxima</b>				<b>2.99</b>	

**FAUNA**

**Tabla VIII.14.** Especies de mamíferos identificados en el SAR, así como el número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon-Wiener.

MAMÍFEROS											
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equidad
Carnivora	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	3	4.23	NI	0.04	3.16	-0.13	0.13	0.07
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merreami</i>	Rata canguro de Merriam	11	15.49	NI	0.15	1.86	-0.29	0.29	0.16
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre	7	9.86	NI	0.10	2.32	-0.23	0.23	0.13
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Juancito	34	47.89	NI	0.48	0.74	-0.35	0.35	0.20
Lagomorpha	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo	15	21.13	NI	0.21	1.55	-0.33	0.33	0.18
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	1	1.41	NI	0.01	4.26	-0.06	0.06	0.03
				<b>71</b>	<b>100</b>		1.00	-3.90	-1.39	<b>1.39</b>	<b>0.77</b>
									<b>1.79</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

**Tabla VIII.15.** Especies de aves identificadas en el SAR, así como el número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon-Wiener.

AVES											
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equidad
Passeriformes	Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	15	5.08	NI	0.05	-2.98	-0.15	0.15	0.05
Passeriformes	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	11	3.73	NI	0.04	-3.29	-0.12	0.12	0.04
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	2	0.68	NI	0.01	-4.99	-0.03	0.03	0.01
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguilla de Swainson	1	0.34	Sujeta a protección especial	0.00	-5.69	-0.02	0.02	0.01
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz de california	21	7.12	NI	0.07	-2.64	-0.19	0.19	0.06
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	7	2.37	NI	0.02	-3.74	-0.09	0.09	0.03
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara	7	2.37	NI	0.02	-3.74	-0.09	0.09	0.03
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura común	17	5.76	NI	0.06	-2.85	-0.16	0.16	0.05
Columbiformes	Columbidae	<i>Columba inca</i>	Tórtolita cola larga	34	11.53	NI	0.12	-2.16	-0.25	0.25	0.08
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	11	3.73	NI	0.04	-3.29	-0.12	0.12	0.04
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	5	1.69	NI	0.02	-4.08	-0.07	0.07	0.02
Falconidae	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	5	1.69	NI	0.02	-4.08	-0.07	0.07	0.02
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	3	1.02	NI	0.01	-4.59	-0.05	0.05	0.01
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	3	1.02	NI	0.01	-4.59	-0.05	0.05	0.01
Charadriiformes	Laridae	<i>Larus heermanni</i>	Gaviota ploma	18	6.10	Sujeta a protección especial	0.06	-2.80	-0.17	0.17	0.05
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero de Gila	11	3.73	NI	0.04	-3.29	-0.12	0.12	0.04
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	6	2.03	NI	0.02	-3.90	-0.08	0.08	0.02
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	16	5.42	Pr	0.05	-2.91	-0.16	0.16	0.05
Pelecaniformes	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelícano pardo	8	2.71	NI	0.03	-3.61	-0.10	0.10	0.03
Passeriformes	Polioptilidae	<i>Polioptila caerulea</i>	Perlita grisilla	3	1.02	NI	0.01	-4.59	-0.05	0.05	0.01
Passeriformes	Emberizidae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Urraco o zanate	15	5.08	NI	0.05	-2.98	-0.15	0.15	0.05
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	25	8.47	NI	0.08	-2.47	-0.21	0.21	0.07
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	27	9.15	NI	0.09	-2.39	-0.22	0.22	0.07
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	24	8.14	NI	0.08	-2.51	-0.20	0.20	0.06
				<b>295</b>	<b>100.00</b>		<b>1.00</b>	<b>-84.1</b>	<b>-2.92</b>	<b>2.92</b>	<b>0.92</b>
									<b>3.18</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

**Tabla VIII.16.** Especies identificadas en la superficie de afectación del proyecto, número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon-Wiener (Reptiles).

REPTILES											
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	(Pi)(LN Pi)	Shannon	Equidad
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis tigris</i>	Lagartija cola de látigo tigre	14	45.16	NI	0.45	-0.79	-0.36	0.36	0.33
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Callisaurus draconoides</i>	Lagartija cola de cebra	2	6.45	Amenazada	0.06	-2.74	-0.18	0.18	0.16
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija costado manchado	15	48.39	Amenazada	0.48	-0.73	-0.35	0.35	0.32
				<b>31</b>	<b>100.00</b>		1.00	-4.26	-0.89	<b>0.89</b>	<b>0.81</b>
									<b>1.10</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

**Tabla VIII.17.** Especies identificadas en la superficie de afectación del proyecto, número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon-Wiener (Mamíferos).

MAMÍFEROS											
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	Pi)(LN Pi)	Shannon	Equidad
Rodentia	Heteromyidae	<i>Dipodomys merreami</i>	Rata canguro de Merriam	7	14.58	NI	0.15	-1.93	-0.28	0.28	0.20
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus alleni</i>	Liebre	7	14.58	NI	0.15	-1.93	-0.28	0.28	0.20
Rodentia	Sciuridae	<i>Spermophilus tereticaudus</i>	Juancito	21	43.75	NI	0.44	-0.83	-0.36	0.36	0.26
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Conejo	13	27.08	NI	0.27	-1.31	-0.35	0.35	0.26
				<b>48</b>	<b>100</b>		1.00	-5.98	-1.28	<b>1.28</b>	<b>0.81</b>
									<b>1.39</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional  
para el proyecto "Solar Fields"

**Tabla VIII.18.** Especies identificadas en la superficie de afectación del proyecto, número de individuos, densidad relativa, inclusión o no dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 e Índice de Shannon-Wiener (Aves).

AVES											
Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	Densidad relativa	NOM-059-SEMARNAT-2010	Pi	LN	Pi(LN Pi)	Shannon	Equidad
Passeriformes	Emberizidae	<i>Amphispiza bilineata</i>	Zacatonero garganta negra	16	10.13	NI	0.10	-2.29	-0.23	0.23	0.08
Passeriformes	Remizidae	<i>Auriparus flaviceps</i>	Baloncillo	10	6.33	NI	0.06	-2.76	-0.17	0.17	0.06
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Halcón cola roja	1	0.63	NI	0.01	-5.06	-0.03	0.03	0.01
Galliformes	Odontophoridae	<i>Callipepla californica</i>	Codorniz de california	19	12.03	NI	0.12	-2.12	-0.25	0.25	0.09
Passeriformes	Troglodytidae	<i>Campylorhynchus brunneicapillus</i>	Matraca del desierto	5	3.16	NI	0.03	-3.45	-0.11	0.11	0.04
Falconiformes	Falconidae	<i>Caracara plancus</i>	Caracara	3	1.90	NI	0.02	-3.96	-0.08	0.08	0.03
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Aura común	11	6.96	NI	0.07	-2.66	-0.19	0.19	0.06
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	Zopilote común	5	3.16	NI	0.03	-3.45	-0.11	0.11	0.04
Passeriformes	Corvidae	<i>Corvus corax</i>	Cuervo común	7	4.43	NI	0.04	-3.12	-0.14	0.14	0.05
Falconidae	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	3	1.90	NI	0.02	-3.96	-0.08	0.08	0.03
Cuculiformes	Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	Correcaminos norteño	4	2.53	NI	0.03	-3.68	-0.09	0.09	0.03
Passeriformes	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	2	1.27	NI	0.01	-4.37	-0.06	0.06	0.02
Piciformes	Picidae	<i>Melanerpes uropygialis</i>	Carpintero de Gila	9	5.70	NI	0.06	-2.87	-0.16	0.16	0.06
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus polyglottos</i>	Centzontle norteño	4	2.53	NI	0.03	-3.68	-0.09	0.09	0.03
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas cenizo	11	6.96	NI	0.07	-2.66	-0.19	0.19	0.06
Passeriformes	Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	Perlita grisilla	2	1.27	NI	0.01	-4.37	-0.06	0.06	0.02
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Tachycineta thalassina</i>	Golondrina verdemar	9	5.70	NI	0.06	-2.87	-0.16	0.16	0.06
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma de alas blancas	18	11.39	NI	0.11	-2.17	-0.25	0.25	0.08
Columbiformes	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	19	12.03	NI	0.12	-2.12	-0.25	0.25	0.09
				<b>158</b>	<b>100.00</b>		1.00	-61.62	-2.70	<b>2.70</b>	<b>0.92</b>
									<b>2.94</b>	<b>Diversidad Máxima</b>	

**Tabla VIII.19.** Especies identificadas en los muestreos del SAR y listadas en la Norma oficial.

Grupo	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles	<i>Callisaurus draconoides</i>	Lagartija cola de cebra	Amenazada
	<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija costado manchado	Amenazada
Aves	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Sujeta a protección especial
	<i>Larus heermanni</i>	Gaviota ploma	Sujeta a protección especial

**Tabla VIII.20.** Especies identificadas en los muestreos del CUS y listadas en la Norma oficial.

Grupo	Nombre Científico	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Reptiles	<i>Callisaurus draconoides</i>	Lagartija cola de cebra	Amenazada
	<i>Uta stansburiana</i>	Lagartija costado manchado	Amenazada

## VIII. 6 Glosario

**Ambiente:** Conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

**Cambio de uso de suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.

**Capacidad de Carga:** estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para establecer el equilibrio ecológico.

**Daño Ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**Ecosistema:** La unidad funcional básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

**Elemento Natural:** Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.

**Hábitat:** El sitio específico en un medio ambiente físico, ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades en un tiempo determinado.

**Impacto Ambiental Acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionando por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto Ambiental Sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia de ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

**Impacto Ambiental Significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como a continuidad de los procesos naturales.

**Impacto Ambiental Residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Incidencia:** Severidad: grado y forma, de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración que son los siguientes: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia, y recuperabilidad.

**Magnitud:** representa la cantidad y calidad del factor modificado, en términos relativos al marco de referencia adoptado

**Manifestación de Impacto Ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

**Medidas de Prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Medidas de Mitigación:** conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Muestreo:** El levantamiento sistemático de datos indicadores de las características generales, la magnitud, la estructura y las tendencias de una población o de un hábitat, con el fin de diagnosticar su estado actual y proyectar los escenarios que podrían enfrentar en el futuro.

## VIII.7 Bibliografía

- Álvarez-Castañeda Sergio Ticul, Rios Evelyn, Cortés-Calva Patricia, González-Ruiz Noé y Suárez-Gracida C. Gabriela. 2008. Mamíferos de las Reservas de El Valle de los Cirios y El Vizcaíno. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad – Centro de Investigaciones Biológicas del Norte, S. C. 352 pp.
- Anderson, T.H., Silver, L.T., 2005. The Mojave-Sonora Megashear–Field and analytical studies leading to the conception and evolution of the hypothesis, en: Anderson, T.H., Nourse, J.A., McKee, J.W., Steiner, M.B. (eds), The Mojave-Sonora Megashear Hypothesis: Development, Assesment and Alternatives. The Geological Society of America Special Paper 393, 1-50.
- Axelrod D.I. 1958. Evolution of the Madro-Tertiary geoflora. Botanical Review 24(7): 433-509.
- Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO – Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp.
- Damon, P.E.; Shafiqullah, Muhammad; Roldán-Quintana, Jaime; and Cochemé, J.J., El batolito Laramide (90-40 Ma) de Sonora: Asociación de Ingenieros de Minas, Metalurgistas y Geólogos de México, Convención Nacional, 25, Guadalajara, Jal., Memorias, p 63-95.
- Ezcurra E, Mellink E, Wehncke E, González C, Morrison S, Warren A, Dent D and Driessen P. 2006. Natural History and Evolution of the World’s Deserts. En: Ezcurra, E. (Ed.). Global Deserts Outlook. UNEP. Nairobi, Kenia. Pp. 2-26.
- Finegan B, Céspedes M, Sesnie S. 2006. Programa de Monitoreo Ecológico Terrestre de las Áreas Protegidas y Corredores Biológicos de Costa Rica (PROMEC-CR). San José, Costa Rica. Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC).
- Finegan, B. and Bouroncle.2006. Patterns and impacts of fragmentation in neotropical lowland moist forest, and approaches to their mitigation: a review. In C.A. Harvey and J. Sáenz (editors), Conservation and evaluation of biodiversity in fragmented landscapes of Mesoamerica. Flora C, Flora J, Fey S. 2007. Rural Communities: Legacy and Change. Boulder, CO: Westview Press.

- García, Enriqueta. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. 2a. Ed. México, D.F., Instituto de Geografía UNAM.
- Gómez-Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa. Pag. 324.
- Johnson A.F. 1982. Dune vegetation along the eastern shore of the Gulf of California. *Journal of Biogeography*, 9(4): 317-330.
- Longoria, J.F., and González, M.A., 1979, Estudios estratigráfico-estructurales en el Precámbrico de Sonora: Geología de los Cerros Gamuza y el Arpa: Universidad de Sonora, Boletín, v. 2(2), 106-149.
  
- Martínez-Yrizar E, Felger RS y Búrquez A. 2010. Los ecosistemas terrestres: un diverso capital natural. En: F.E. Molina-Freaner y T.R. Van Devender, eds. *Diversidad biológica de Sonora*. UNAM, México, pp. 129-156-Nom-059.
- Morán, M; Campos, J; Louman, B. 2005. El Uso de PC&I para Monitorear y Evaluar las Acciones y el Efecto de Políticas en el Manejo de los Recursos Naturales. Cartago, Costa Rica. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Morrone, J. J. 2005. Hacia una síntesis biogeográfica de México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 76 (2): 207-252.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Segunda Sección. México, Distrito Federal. Diario Oficial de la Federación 2010. Última reforma publicada DOF-30-12-2010.
- Redfern J. 2008. Phylogeny and Phylogeography of Fouquieriaceae: Evolutionary History of a North American Warm Desert Plant Family. PhD dissertation, The New Mexico University, Albuquerque.
- Rodríguez-Castañeda, J.L., 19984, Geology of Tuape región, north-central Sonora, México: Pittsburgh, Pennsylvania, University of Pittsburgh, M.Sc. Thesis, 157 p. (unpublished).
- Rzedowski J. 2006. Vegetación de México. 1era edición digital. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México. 504 pp.
- Shreve, F. 1964. Vegetation of the Sonoran Desert. In F. Shreve and I. L. Wiggins *Vegetation and Flora of the Sonoran Desert*, vol. Stanford University Press, Stanford California. 1-186 pp.
- Turner RM, Bowers JE & Burgess TL. 1995. Sonoran Desert plants, an ecological atlas. The University of Arizona Press. Tucson.
- Turner, R. M., J. E. Bowers and T L. Burgess. 1995. Sonoran Desert plants, an ecological atlas. The University of Arizona Press. Tucson. 501 pp.

- Verstappen, h.th., y R.A. Van Zuidam, 1991. *El Sistema ITC para Levantamientos Geomorfológicos. Una Base para la Evaluación de Recursos y Riesgos Naturales*. ITC publicación No. 10. Enschede, the Netherlands: 89 p.

**Páginas electrónicas consultadas**

<http://www.conabio.gob.mx>

<http://conabioweb.conabio.gob.mx/aicas/doctos/NO-04.html>

## VIII.8 Otros Anexos